ANALISIS KOVARIANS

DALAM RANCANGAN *LATTICE* SEIMBANG

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
untuk memenuhi sebagian persyaratan
guna memenuhi gelar Sarjana Sains

Oleh :

AMBAR PUSPITASARI
NIM. 07305144029

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2011

ANALISIS KOVARIANS

DALAM RANCANGAN *LATTICE* SEIMBANG

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
untuk memenuhi sebagian persyaratan
guna memenuhi gelar Sarjana Sains

Oleh :

AMBAR PUSPITASARI
NIM. 07305144029

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2011

PERSETUJUAN

ANALISIS KOVARIANS
DALAM RANCANGAN *LATTICE* SEIMBANG

Oleh :
Ambar Puspitasari
NIM. 07305144029

SKRIPSI
Telah disetujui pada tanggal
22 Maret 2011
Untuk diujikan di depan Panitia Penguji Skripsi Prodi Matematika
Jurusan Pendidikan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta

Pembimbing,

Elly Arliani, M.Si
NIP. 196708161992032001

SKRIPSI

ANALISIS KOVARIANS
DALAM RANCANGAN *LATTICE* SEIMBANG

Disusun oleh :
Ambar Puspitasari
07305144029

Telah diujikan di depan dewan Penguji Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta pada tanggal 1 April 2011 dan dinyatakan telah memenuhi syarat guna memperoleh gelar Sarjana Sains.

Susunan Dewan Penguji

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Elly Arliani, M.Si NIP. 196708161992032001	Ketua Penguji		18/4/2011
Kismiantini, M.Si NIP.197908162001122001	Sekretaris Penguji		15/4/2011
Dr. Djamilah B. W. NIP.196103031986012001	Penguji Utama		14/4-2011
M. Susanti, M.Si NIP.196403141989012001	Penguji Pendamping		11 April 2011

Yogyakarta, April 2011
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
Dekan

Dr. Ariswan
NIP. 195909141988031003

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Ambar Puspitasari

NIM : 07305144029

Prodi/Jurusan : Matematika/Pendidikan Matematika

Fakultas : Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam

Judul TAS : Analisis Kovarians dalam Rancangan *Lattice* Seimbang

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan sepanjang sepengetahuan saya tidak berisi materi yang dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau pendapat yang ditulis atau telah digunakan sebagai persyaratan penyelesaian studi di perguruan tinggi lain kecuali pada bagian tertentu yang saya ambil sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim. Apabila terbukti pernyataan saya ini tidak benar, maka sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya dan saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Yogyakarta, 22 Maret 2011

Yang menyatakan

Ambar Puspitasari

07305144029

MOTTO

Dengan Bismillah Aku Melangkah...

Hidup adalah Perjuangan...

Berakit-rakit kita kehulu berenang-renang ketepian,
bersakit-sakit dahulu kelak akan datang kebahagiaan.

I can if i think i can.

Tempalah besi selagi panas.
Berbuatlah ketika ada kesempatan,
Pergunakan masa muda sebelum tua.

Jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu. Dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat, kecuali bagi orang-orang yang khusu'
(Qs. Al Baqarah : 5)

Allah tidak akan membebani kewajiban kepada seseorang, kecuali sesuai dengan kemampuannya
(Qs. Al Baqarah : 286)

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu pasti ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (urusan dunia), bersungguh-sungguhlah (dalam beribadah)
(Qs. Al Insyiroh : 6-7)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin,, karya sederhana ini ku persembahkan kepada...

1. ***Ibu dan bapak tercinta***

yang memberi kasih sayang, pengorbanan, dan doa
senantiasa membuatku kuat & mampu memaknai kehidupan.
Tak dapat ku membalas semua yang telah diberikan,
mungkin hanya perwujudan cita-cita ini
dan doa yang tak pernah ku lupakan untuk mereka...

2. ***Mb Watik & Mas Medhon***

terima kasih atas doa, kasih sayang, pengertian, dukungan,
bantuan dan kesabarannya.

3. ***Keponakanku Zahra & Zahwa yang lucu,,***

Moga cepet gede,, bisa jadi anak yang sholehah
berbakti pada orang tua, negara & agama
serta jadi kebanggaan keluarga

4. ***Keluarga Besar ku***

Pak Uwo, Pakdhe_Budhe, Paklek_Bulek, Mas, Mbak, Adek
terimakasih atas bantuan, dukungan dan doanya.

5. ***Mas Andri***

yang selalu menemaniku langkahku
kau adalah anugrah yang diberikan padaku.
Ayo cepet lulus,, dan kita wujudkan satu per satu cita-cita kita.

6. ***Keluarga Mas Andri***

Ibu, bapak, eyang & mas Adie terima kasih atas kasih sayang,
bantuan, dukungan, doa serta nasehat-nasehatnya.

7. ***Sahabatku***

Memy, Riska, Ratna, Tuty, Novi terima kasih atas doa,
bantuan, support, dan kebersamaan selama ini.

8. ***Mb Youmi, Mb atri, Mb Anin***

terima kasih atas doa, bantuan, dan supportnya.

9. ***Teman-temanku***

Rani, Muthi, Erlin, Dini, Erni, Krisna, Nia,
dan teman-teman MAT SWA '07,, terima kasih atas support, doa dan bantuannya.

10. ***Keluarga besar KKN 79 Logantung***

terima kasih atas doa, bantuan, support, dan
kebersamaan kita selama lebih dari 2 bulan.

11. *Guru – guru dalam hidupku yang telah menjadikanku seperti sekarang ini.*
12. *Semua orang terdekatku, keluarga baru ku dan yang pernah ada dalam hidupku yang tak dapat tertulis satu per satu.*

ANALISIS KOVARIANS DALAM RANCANGAN *LATTICE* SEIMBANG

Oleh :

Ambar Puspitasari

NIM. 07305144029

ABSTRAK

Adanya variabel konkomitan akan mempengaruhi tingkat ketelitian suatu percobaan karena variabel ini berpengaruh terhadap variabel respons dan tidak dapat dikendalikan oleh perlakuan yang dicobakan. Penyelesaian terhadap adanya variabel konkomitan tersebut dapat dilakukan dengan analisis kovarians (anakova). Anakova dalam Rancangan *Lattice* Seimbang merupakan suatu analisis satu faktor untuk percobaan yang berdasarkan komponen pengelompokan, dengan banyaknya perlakuan lebih banyak daripada banyaknya kelompok dan mengikutsertakan satu variabel konkomitan dalam model. Tujuan penelitian ini adalah menjelaskan prosedur anakova dalam Rancangan *Lattice* Seimbang serta penerapannya.

Teknik dalam anakova adalah teknik pengkombinasian antara konsep analisis variansi dengan analisis regresi. Prosedur anakova dalam Rancangan *Lattice* Seimbang meliputi: (1) Pengujian asumsi yang terdiri dari empat hal yaitu variabel konkomitan tidak berkorelasi dengan perlakuan yang dicobakan, antara variabel konkomitan dan variabel respons berhubungan linier, galat berdistribusi normal, dan X mempengaruhi Y, (2) Pengujian hipotesis untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perlakuan dan pengaruh kelompok terhadap respons yang diamati.

Penerapan anakova dalam Rancangan *Lattice* Seimbang pada skripsi ini adalah di bidang pertanian. Anakova dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan yaitu jenis padi terhadap hasil gabah yang diukur tiap hektar dengan pengelompokan berupa area penanaman dan banyaknya tanaman padi yang ada dalam petak sawah dijadikan sebagai variabel konkomitan. Hasil pengujian yang menggunakan analisis kovarian menunjukkan bahwa variabel konkomitan ternyata memberikan pengaruh terhadap hasil analisis, sehingga banyaknya tanaman padi yang ada dalam area penanaman tidak dapat diabaikan.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi dengan judul "Analisis Kovarians dalam Rancangan *Lattice* Seimbang" guna memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Penulis menyadari akan kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis memperoleh bantuan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ariswan sebagai Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan kesempatan penulis dalam menyelesaikan studi.
2. Bapak. Dr. Hartono sebagai Ketua Jurusan Pendidikan Matematika yang telah memberikan kemudahan dalam pengurusan administrasi selama penulisan skripsi.
3. Ibu Atmini Dhoruri, M.S sebagai Ketua Program Studi Matematika yang telah memberikan kemudahan dalam pengajuan proposal skripsi dan memberikan dukungan untuk kelancaran studi.
4. Bapak Mustofa, S.Si sebagai pembimbing akademik yang berkenan memberikan informasi dan pengarahan selama penulis duduk di bangku perkuliahan.

5. Ibu Elly Arliani, M.Si sebagai pembimbing skripsi yang berkenan memberikan waktu bimbingan serta dengan penuh kesabaran memberi pengarahan, nasehat dan motivasi dalam proses penyusunan skripsi.
6. Ibu Dr. Djamilah Bondan W, Ibu M. Susanti, M.Si, dan Ibu Kismiantini, M.Si sebagai penguji skripsi yang telah memberikan saran dan pengarahan dalam penulisan skripsi ini.
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Pendidikan Matematika fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan ilmu kepada penulis, semoga ilmu yang diberikan dapat bermanfaat.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun senantiasa penulis harapkan. Semoga amal dan kebaikan dari semua pihak mendapatkan balasan dari Allah SWT. Akhirnya penulis mengucapkan terima kasih dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya serta bagi penulis pada khususnya. Amin.

Yogyakarta, 22 Maret 2011

Penulis

Ambar Puspitasari

07305144029

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR LAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pada dasarnya statistika dapat didefinisikan sebagai pengetahuan yang berhubungan dengan pengembangan dan penggunaan metoda serta teknik untuk pengumpulan, penyajian, penganalisisan dan pengambilan kesimpulan mengenai populasi berdasarkan sekumpulan data. Dalam pengambilan kesimpulan, umumnya diperlukan metode analisis dengan semua asumsi terpenuhi. Akan tetapi pada kenyataannya pemenuhan asumsi tersebut kadang sulit untuk dilakukan, sehingga dalam banyak hal sering bergantung pada ketepatan dalam pemilihan metode analisis yang tepat. Dalam upaya meminimalkan kesalahan dalam penganalisaan dibutuhkan perencanaan ilmiah yang lebih dikenal dengan rancangan percobaan.

Rancangan percobaan merupakan suatu pengaturan pemberian perlakuan kepada unit-unit percobaan agar dapat keragaman responss yang ditimbulkan oleh keadaan lingkungan dan keheterogenan unit percobaan yang digunakan (Gaspersz, 1994 : 19). Rancangan percobaan bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya efek atau pengaruh dari suatu faktor atau beberapa faktor tertentu dan untuk mengetahui efek interaksi diantara faktor apabila dalam percobaan atau penelitian itu mempunyai variabel respons yang dipengaruhi oleh faktor-faktor yang diamati.

Salah satu rancangan percobaan yang biasa digunakan jika kondisi unit percobaannya relatif homogen adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Tetapi untuk percobaan yang melibatkan unit percobaan yang cukup besar jarang sekali menggunakan RAL karena sulit sekali mengumpulkan unit percobaan homogen dalam jumlah besar serta pengacakan perlakuan menjadi tidak efisien. Kemudian jika kondisi unit percobaan relatif heterogen, maka rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL). RAKL ini sangat baik digunakan jika heterogenan unit percobaan berasal dari satu sumber keragaman, sehingga berfungsi untuk mengatasi kesulitan dalam mempersiapkan unit percobaan homogen dalam jumlah besar (Mattjik & Sumertajaya, 2002: 83).

Suatu percobaan yang menggunakan rancangan acak kelompok, apabila banyaknya perlakuan bertambah maka ukuran kelompok juga akan bertambah, hal tersebut akan mengakibatkan efektivitas pengelompokan dalam pengendalian galat percobaan akan berkurang. Konsekuensinya adalah peningkatan galat percobaan akan mengurangi efisiensi penggunaan rancangan kelompok lengkap, sehingga untuk mengatasi masalah tersebut dapat menggunakan rancangan kelompok tak lengkap (Gaspersz, 1991: 278).

Rancangan Acak Kelompok Tak Lengkap (RAKTL) merupakan rancangan percobaan dengan banyaknya perlakuan lebih banyak daripada banyaknya kelompok. RAKTL dengan banyaknya perlakuan yang diberikan sama banyak dalam percobaan maka dapat dinyatakan bahwa proses pemberian satu faktor perlakuan dilakukan secara seimbang sehingga bentuk percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Tak Lengkap Seimbang (RAKTLS). Sedangkan, RAKTL dengan banyaknya perlakuan yang diberikan berbeda dalam percobaan maka percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Tak Lengkap Seimbang Parsial (RAKTLSP).

RAKTL yang paling umum digunakan dalam penelitian adalah rancangan *Lattice* karena rancangan ini menggunakan ulangan yang lebih lengkap sehingga lebih efektif digunakan untuk pengendalian galat percobaan. Rancangan *Lattice* dapat digunakan apabila banyaknya perlakuan relatif banyak maka tidak semua banyaknya perlakuan dapat diberikan dalam unit percobaan pada tiap-tiap kelompok. Rancangan *Lattice* satu faktor dapat dibagi menjadi 2 yaitu rancangan *Lattice* seimbang dan rancangan *Lattice* seimbang parsial (Gomez & Gomez, 1995 : 42).

Rancangan *Lattice* seimbang memiliki sifat yang sama dengan RAKTLS sehingga analisis statistiknya menggunakan RAKTLS. Sedangkan pada rancangan *Lattice* seimbang parsial analisis statistiknya menggunakan RAKTLSP. Rancangan *Lattice* seimbang memiliki banyaknya perlakuan merupakan hasil kuadrat dari banyaknya penempatan perlakuan dalam setiap kelompok (ukuran kelompok) dan pengulangan dalam percobaan dilakukan sebanyak ukuran kelompok ditambah satu pengulangan. Keistimewaan rancangan ini adalah setiap perlakuan diterapkan bersama dengan perlakuan yang lain sebanyak 1 kali dalam kelompok yang sama, misalkan dalam rancangan *Lattice* seimbang 3×3, perlakuan A dan perlakuan B diterapkan pada kelompok 1 ulangan pertama maka perlakuan A dan perlakuan B tidak diterapkan bersama-sama pada kelompok 4 ulangan kedua, kelompok 7 ulangan ketiga, dan kelompok 10 ulangan keempat.

Suatu percobaan termasuk percobaan dengan rancangan *Lattice* seimbang seringkali dijumpai adanya pengaruh variabel-variabel lain di luar variabel penelitian. Misalkan variabel Y adalah suatu variabel responss yang terjadi akibat efek suatu faktor atau beberapa faktor. Akan tetapi, dalam kenyataannya nilai nilai variabel Y bisa berubah-ubah oleh karena ada variabel lain, misalnya variabel X. Variabel X ini sering tidak dapat dikontrol, sehingga tidak dapat diabaikan begitu saja saat dilakukan percobaan. Variabel X yang bersifat demikian disebut variabel konkomitan (Sudjana, 1989: 341).

Variabel konkomitan yang muncul dalam suatu percobaan akan mempengaruhi tingkat ketelitian hasil percobaan dan analisisnya. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis mengenai variabel responss, yang merupakan efek faktor, tetapi dengan terlebih dahulu memurnikan atau mengoreksi variabel responss Y dari variabel X (Gasperzs, 1994 : 383). Hal ini dapat dilakukan dengan jalan mengoreksi pengaruh X terhadap variabel responss Y, kemudian melakukan analisis terhadap variabel responss yang sudah dimurnikan untuk melihat efek faktor yang diselidiki. Nilai Y yang diperoleh dengan cara tersebut disebut dengan Y terkoreksi pengaruh variabel konkomitan dan analisis seperti ini dinamakan analisis kovarians yang disingkat anakova.

Anakova dapat diterapkan dalam berbagai rancangan termasuk rancangan *Lattice* seimbang. Model linier anakova dalam rancangan *Lattice* seimbang dapat berupa model tetap atau acak, dengan asumsi untuk masing-

masing model berbeda. Model tetap merupakan model dimana perlakuan-perlakuan yang digunakan dalam percobaan berasal dari populasi yang terbatas dan pemilihan perlakuannya ditentukan langsung oleh si peneliti. Sedangkan model acak merupakan model dimana perlakuan-perlakuan yang dicobakan merupakan sampel acak dari populasi perlakuan (Mattjik, 2002 : 71 – 72). Rancangan dengan model tetap sering digunakan peneliti karena biasanya peneliti hanya meneliti suatu pengaruh faktor yang dicobakan dari populasi terbatas yang sesuai dengan kebutuhan si peneliti. Melihat dari kenyataan tersebut, maka penjelasan anakova dalam rancangan *Lattice* seimbang hanya menggunakan model linier berupa model tetap.

Anakova dalam rancangan *Lattice* seimbang dapat diterapkan pada bidang pertanian, industri, pendidikan dan ilmu-ilmu lainnya. Sebagai contoh dalam bidang pertanian yaitu suatu percobaan yang bertujuan meneliti perbedaan hasil panen tanaman kedelai pada tiga lahan sawah dengan pengelompokan berdasarkan jenis tanah yang berbeda yaitu tanah endapan, gambut, dan vulkanis. Karena percobaan diulang sebanyak empat kali maka dibutuhkan12 petak sawah. Setiap lahan sawah dibagi menjadi tiga petak sawah dengan masing-masing petak sawah ditanami tanaman kedelai yang diberi pupuk KCL dengan dosis berbeda. Masing-masing dosis tersebut diterapkan pada sembilan perlakuan dan hasil panen sebagai pengamatannya. Dalam kasus tersebut banyaknya tanaman kedelai pada tiap petak lahan ternyata ikut berpengaruh terhadap hasil panen tanaman kedelai. Banyaknya tanaman kedelai tiap petak lahan dianggap sebagai variabel konkomitan.

B. Pembatasan Masalah

Penulis akan membahas tentang analisis kovarians dalam Rancangan *Lattice* Seimbang dengan asumsi model linier berupa model tetap.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

a. Bagaimana analisis kovarians dalam Rancangan *Lattice* Seimbang?
b. Bagaimana penerapan analisis kovarians Rancangan *Lattice* Seimbang?

D. Tujuan Penulisan

Berdasarkan rumusan masalah tersebut maka tujuan penulisan ini adalah sebagai berikut :

a. Menjelaskan analisis kovarians pada Rancangan *Lattice* Seimbang.
b. Menjelaskan penerapan analisis kovarians Rancangan *Lattice* Seimbang.

E. Manfaat Penulisan

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, antara lain:

a. Memberikan gambaran dan penjelasan mengenai analisis kovarians dalam Rancangan *Lattice* Seimbang.
b. Memberikan pengetahuan tentang penerapan analisis kovarians dalam suatu rancangan percobaan, terutama bagi peneliti yang memerlukan analisis kovarians dalam meneliti data penelitiannya.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan adalah suatu uji yang bertujuan untuk mengubah variabel *input* menjadi suatu *output* yang merupakan respons dari percobaan tersebut (Mattjik & Sumertajaya, 2000 : 59). Dalam rancangan percobaan terdapat beberapa istilah yang perlu diketahui yaitu :

1. Perlakuan (*treatment*) adalah suatu tindakan atau metode yang diterapkan pada suatu obyek atau unit percobaan. Tindakan atau metode yang dapat diterapkan dapat berupa pemberian jenis pupuk, dosis pemupukan yang berbeda, jenis varietas yang digunakan berbeda dan lain-lain.
2. Unit percobaan (*experiment unit*) adalah unit terkecil atau obyek dalam suatu percobaan yang diberi suatu perlakuan. Unit terkecil atau obyek disini dapat berupa petak lahan, individu, sekandang ternak dan lain-lain.
3. Unit amatan adalah anak gugus dari unit percobaan yang merupakan tempat dimana respons perlakuan diukur. Contoh unit amatan yaitu bila pada suatu kasus respons yang diamati adalah hasil produksi maka unit amatannya adalah unit percobaan itu sendiri, tetapi bila respons yang diukur adalah tinggi tanaman maka unit amatannya adalah satu tanaman jagung di dalam unit percobaan.

Prinsip-prinsip dasar dalam rancangan percobaan adalah (Gaspersz, 1994 : 22 – 25) yaitu:

1. Pengacakan (*randomization*), yaitu setiap unit percobaan diberi kesempatan yang sama untuk memperoleh perlakuan tertentu.
2. Ulangan (*replication*), yaitu suatu perlakuan diberikan lebih dari satu kali pada beberapa unit percobaan pada kondisi yang seragam. Fungsi dari pengulangan adalah :
    a. Memberikan suatu dugaan dari galat percobaan
    b. Meningkatkan ketelitian suatu percobaan melalui pengurangan simpangan baku dari rata-rata perlakuan.
    c. Memperluas cakupan kesimpulan dari suatu percobaan.
    d. Mengendalikan ragam galat (*error variance*)
3. Pengendalian (*local control*), yaitu teknik yang digunakan untuk mengurangi galat percobaan dengan cara pengelompokan unit-unit percobaan, sehingga dapat mengendalikan keragaman yang muncul akibat keheterogenan kondisi lingkungan.

Menurut Mattjik & Sumertajaya (2000 : 67), secara garis besar rancangan percobaan dapat diklasifikasikan sebagai berikut.

1. Rancangan Perlakuan
    a. Satu Faktor
    b. Dua Faktor
        1) Faktorial : bersilang dan tersarang
        2) Split Plot
        3) Split Blok

c. Tiga Faktor atau Lebih

1) Faktorial : bersilang dan tersarang, dan campuran (bersilang sebagian dan tersarang sebagian)

2) Split-split Plot

3) Split-split Blok

2. Rancangan Lingkungan

a. Rancangan Acak Lengkap (RAL)

b. Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL)

c. Rancangan Bujur Sangkar Latin (RBSL)

d. Rancangan *Lattice*

1) *Lattice* Seimbang

2) Triple Lattices

3) Quadruple Lattices

B. Rancangan Acak Kelompok Tak Lengkap Seimbang

Suatu percobaan yang menggunakan Rancangan Acak Kelompok Tak Lengkap (RAKTL) terkadang terjadi bahwa tidak semua banyaknya perlakuan terdapat dalam tiap kelompok. Keadaan tersebut terjadi karena banyaknya perlakuan lebih banyak daripada penempatan tiap jenis perlakuan dalam sebuah kelompok. RAKTL dengan banyaknya perlakuan yang diterapkan dalam jumlah yang sama banyak, maka dapat dinyatakan bahwa proses pemilihan dilakukan secara seimbang sehingga bentuk percobaaan ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Tak Lengkap Seimbang (RAKTLS).

Misal dalam suatu percobaan terdapat 4 kelompok dengan 4 perlakuan A, B, C, D apabila menggunakan RAKL berarti harus tersedia $4 \times 4 = 16$ unit percobaan. Namun apabila dalam percobaan tersebut hanya tersedia 12 unit percobaan maka digunakan RAKTLS dengan tiap perlakuan akan diterapkan sebanyak 3 kali dalam rancangan ini. Dalam RAKL, setiap kelompok harus memuat 4 perlakuan akan tetapi dalam RAKTLS setiap kelompok diperbolehkan memuat perlakuan kurang dari 4. Salah satu denah percobaan untuk RAKTLS dapat ditunjukkan seperti berikut ini.

Tabel 2.1 Denah Percobaan RAKTLS dengan Perlakuan A, B, C, dan D

Kelompok			
1	2	3	4
A	D	A	-
B	A	-	B
-	B	C	C
C	-	D	D

Dari tabel 2.1 diketahui bahwa :

Banyaknya perlakuan yang diteliti : $t = 4$, yaitu perlakuan A, B, C, D.

Banyaknya kelompok tak lengkap : $b = 4$, yaitu kelompok 1, 2, 3, 4.

Banyaknya perlakuan yang terdapat dalam setiap kelompok tak lengkap :

$k = 3$, yaitu ABC, DAB, ACD dan BCD.

Banyaknya ulangan dari setiap perlakuan dalam rancangan tersebut : $r = 3$.

Banyaknya pengamatan : $\times$

Secara umum model linear dari rancangan RAKTLS adalah sebagai berikut.

$$= \quad + \quad + \quad + \tag{2.1}$$

$= 1,2, \dots ,$
$= 1,2, \dots ,$

dengan :

= nilai pengamatan dari perlakuan ke-i dalam kelompok ke-j
= nilai rata-rata umum
= pengaruh perlakuan ke-i
= pengaruh kelompok ke-j
= galat yang muncul dari perlakuan ke-i dalam kelompok ke-j

Asumsi untuk model tetap dari RAKTLS adalah $\sum \quad = 0, \sum \quad = 0$ serta komponen galat bersifat bebas dan menyebar secara normal dengan nilai rata-rata sama dengan nol dan ragam konstan atau dapat dinyatakan secara singkat sebagai $\sim (0, \quad)$. Sedangkan asumsi untuk model acak dari RAKTLS adalah $\sim (0, \quad)$, $\sim (0, \quad)$ serta komponen galat bersifat bebas dan menyebar secara normal dengan nilai rata-rata sama dengan nol dan ragam konstan atau dapat dinyatakan secara singkat sebagai $\sim (0, \quad)$.

C. Rancangan *Lattice* Seimbang

Pada kasus tertentu Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) tidak dapat digunakan ketika banyaknya perlakuan lebih banyak daripada banyaknya kelompok sehingga tidak semua banyaknya perlakuan terdapat pada tiap kelompok dan menyebabkan kelompok tidak lengkap. Oleh karena itu, rancangan yang sesuai adalah Rancangan Acak Kelompok Tidak Lengkap (RAKTL).

Menurut Gaspers (1991 : 279), apabila dalam RAKTL terdapat pasangan perlakuan yang diterapkan sama banyak dalam percobaan, maka dapat dinyatakan dalam proses pemilihan dilakukan secara seimbang, sehingga menggunakan RAKTLS. Rancangan *Lattice* merupakan rancangan faktor tunggal yang juga termasuk jenis dari RAKTL. Rancangan *Lattice* Seimbang merupakan klasifikasi dari Rancangan *Lattice*.

Rancangan *Lattice* seimbang merupakan rancangan *Lattice* dengan ukuran $\times$, memiliki perlakuan, $(\; + 1)$ kelompok tiap kelompok terdiri dari *k* perlakuan dan $+ 1$ ulangan dengan adalah ukuran kelompok. Analisis statistik rancangan *Lattice* seimbang mengikuti analisis statistik dari RAKTLS. Keseimbangan dalam rancangan *Lattice* seimbang ditunjukkan dengan adanya pasangan perlakuan yang diberikan pada unit percobaan tiap kelompok sama banyak dengan pasangan yang lain, sehingga konstan untuk semua pasangan perlakuan. Hal ini terjadi karena semua banyaknya perlakuan yang akan diteliti dianggap sama penting sehingga pasangan perlakuan yang diberikan dalam setiap kelompok dipilih dengan proses yang seimbang. Setiap perlakuan diterapkan bersama dengan perlakuan yang lain sebanyak satu kali dalam kelompok yang sama, sehingga setiap pasangan perlakuan yang diterapkan sama banyak dengan pasangan yang lain. Nilai dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut :

$$= \frac{(\quad - 1)}{\quad - 1} = 1$$

dengan :

= banyaknya perlakuan
= banyaknya ulangan dari setiap perlakuan selama percobaan
= banyaknya perlakuan yang diterapkan dalam setiap kelompok

= banyaknya pasangan perlakuan yang diterapkan sama banyak dengan pasangan yang lain

Artinya derajat tingkat ketepatan ( ) untuk membandingkan setiap pasangan perlakuan adalah sama untuk semua pasangan perlakuan.

Tabel perencanaan rancangan *Lattice* seimbang dengan ukuran 3×3 dengan parameter $= 9$, $= 3$, $= 4$, dan $= 1$ adalah sebagai berikut (Chocran & cox, 1957:428).

Tabel 2.2 Perencanaan Rancangan *Lattice* Seimbang 3×3

Kelompok	Ulangan I			Kelompok	Ulangan III		
(1)	1	2	3	(7)	1	5	9
(2)	4	5	6	(8)	7	2	6
(3)	7	8	9	(9)	4	8	3
Kelompok	Ulangan II			Kelompok	Ulangan IV		
(4)	1	4	7	(10)	1	8	6
(5)	2	5	8	(11)	4	2	9
(6)	3	6	9	(12)	7	5	3

Dari tabel 2.2 dapat dilihat bahwa dua perlakuan (pasangan perlakuan) diberikan bersama sebanyak satu kali dalam kelompok yang sama, $= 1$ (misal: perlakuan 1 diterapkan bersamaan hanya sekali dengan perlakuan 2 dan 3 dalam kelompok 1; dengan perlakuan 4 dan 7 dalam kelompok 4; dengan perlakuan 5 dan 9 dalam kelompok 7; dan dengan perlakuan 8 dan 6 dalam kelompok 10). Rancangan *Lattice* seimbang 3×3 tersebut mempunyai 9 banyaknya perlakuan, ukuran kelompok sebanyak 3, dan 4 ulangan. Perencanaan rancangan *Lattice* seimbang ukuran $\times$ dijelaskan dalam lampiran 1.

D. Model Linear Rancangan *Lattice* Seimbang

Secara umum model linear dari Rancangan *Lattice* Seimbang adalah sebagai berikut.

$$= \quad + \quad + \quad + \qquad (2.2)$$

$i = 1, 2, \ldots, t$
$j = 1, 2, \ldots, b$
$l = 1, 2, \ldots,$

dengan :

= nilai pengamatan ke-*l* dengan perlakuan ke-*i* dalam kelompok ke-*j*
= nilai rata-rata umum
= pengaruh perlakuan ke-*i*
= pengaruh kelompok ke-*j*
= galat ke-*l* untuk perlakuan ke-*i* dalam kelompok ke-*j*
= banyak pengamatan dengan perlakuan ke-*i* dalam kelompok ke-*j*
= banyaknya perlakuan yang diteliti
= banyak kelompok dalam percobaan
= banyak perlakuan yang diterapkan dalam setiap kelompok

dengan $\sum \quad =$ dan $\sum \quad =$

Asumsi untuk model tetap rancangan *Lattice* seimbang adalah $\sum \quad = 0$, $\sum \quad = 0$ serta komponen galat bersifat bebas dan menyebar secara normal dengan nilai rata-rata sama dengan nol dan ragam konstan atau dapat dinyatakan secara singkat sebagai $\sim (0, \quad)$.

Sesuai model linear dalam Rancangan *Lattice* Seimbang maka bentuk hipotesis untuk model tetap adalah

1. Pengaruh perlakuan:

   $: \quad = \quad = \cdots = \quad = 0$ (tidak ada pengaruh perlakuan terhadap respons yang diamati),

   $: \exists \quad \neq 0, \quad = 1,2, \ldots,$ (ada pengaruh perlakuan terhadap respons yang diamati).

2. Pengaruh kelompok:

$: \quad = \quad = \cdots = \quad = 0$ (tidak ada pengaruh kelompok terhadap respons yang diamati),

$: \exists \quad \neq 0, \quad = 1,2, \ldots,$ (ada pengaruh kelompok terhadap respons yang diamati).

Tabel 2.3. Tabel Analisis Variansi pada Rancangan *Lattice* Seimbang

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (*db*)	Jumlah Kuadrat (*JK*)	Kuadrat Tengah (*KT*)	
Ulangan	-1	JKU	-	-
Kelompok (terkoreksi)	$(\quad -1)$	JKK'	KTK'	$\frac{\mathrm{KTK}}{\mathrm{KTG}}$
Perlakuan (tak terkoreksi)	-1	JKP	-	-
Perlakuan (terkoreksi)	-1	JKK'	KTP'	$\frac{\mathrm{KTP}'}{\mathrm{KTG}}$
Galat dalam kelompok	$- \quad - \quad +1$	JKG	KTG	-
Galat Efektif	$- \quad - \quad +1$	-	KTG	-
Total	-1	JKT	-	-

Dari tabel 2.3 dapat dijelaskan bahwa :

1. *FK* merupakan faktor koreksi yang dihitung sebagai berikut :

$$= - \tag{2.3}$$

dengan :

G = banyak ulangan (baik ulangan 1, ulangan 2, dan seterusnya)

t = banyaknya perlakuan

r = banyak ulangan

Jumlah total ( ) $= \quad + \quad + \quad + \cdots +$

$= \quad + \quad + \quad + \cdots +$

$=$

dengan :

= banyak perlakuan dalam ulangan ke-*r*, *r* = 1, 2, 3, ..., *k* + 1

k = banyak unit percobaan tiap kelompok

Banyak pengamatan = × = (+ 1)

Nilai dari dan dapat diperoleh dari perhitungan pada tabel berikut.

Tabel 2.4 Rancangan *Lattice* seimbang 3 X 3

No. Kel	Ulangan I			Jumlah nilai Kelompok (*B*)
(1)	1	2	3	
(2)	4	5	6	
(3)	7	8	9	
Jumlah nilai ulangan				+ +
No. Kel	Ulangan II			Jumlah nilai Kelompok (*B*)
(4)	1	4	7	
(5)	2	5	8	
(6)	3	6	9	
Jumlah nilai ulangan				+ +
No. Kel	Ulangan III			Jumlah nilai Kelompok (*B*)
(7)	1	5	9	
(8)	7	2	6	
(9)	4	8	3	
Jumlah nilai ulangan				+ +
No. Kel	Ulangan III			Jumlah nilai Kelompok (*B*)
(10)	1	8	6	
(11)	4	2	9	
(12)	7	5	3	
Jumlah nilai ulangan				+ +

= banyak perlakuan dalam kelompok ke-*j*, *j* = 1, 2, ..., +

2. Jumlah Kuadrat Total (*JKT*)

$$= \qquad - \qquad (2.4)$$

, ,

3. Jumlah Kuadrat Ulangan (*JKU*)

$$= \frac{\Sigma}{} -$$

$$= \frac{\Sigma}{} - \quad (2.5)$$

Tabel 2.5 Banyak Perlakuan dari Data Rancangan *Lattice* Seimbang 3 × 3

Perlakuan		Perlakuan		Perlakuan	
No.	Jumlah Nilai (*T*)	No.	Jumlah Nilai (*T*)	No.	Jumlah Nilai (*T*)
1		2		3	
4		5		6	
7		8		9	

merupakan banyak perlakuan ke-i, i = 1, 2, …,

4. Jumlah Kuadrat Perlakuan (*JKP*)

$$(\text{tak terkoreksi}) = \frac{\Sigma}{} -$$

$$= \frac{\Sigma}{} - \quad (2.6)$$

merupakan jumlah dari nilai perlakuan terkoreksi pengaruh perlakuan. Perlakuan terkoreksi pengaruh perlakuan karena ukuran kelompok bertambah seiring dengan bertambahnya perlakuan dan homogenitas unit percobaan. Perhitungan sebagai berikut.

$$= \quad + \quad (2.7)$$

dimana $= \frac{}{(\quad)}$ (2.8)

Menghitung faktor penyesuaian ( ), dengan catatan jika KTG dalam kelompok lebih besar daripada (KTK terkoreksi pengaruh perlakuan) maka dianggap nol dan tidak ada koreksi untuk pengaruh perlakuan lebih lanjut.

(terkoreksi)

$$' = \frac{\Sigma \quad (\quad)}{\quad} -$$

$$= \frac{\Sigma}{(\quad)} - \qquad (2.9)$$

merupakan total koreksi kelompok dalam ulangan terkoreksi pengaruh perlakuan untuk perlakuan ke-i, yang dihitung sebagai berikut.

$$= \quad - (\quad + 1) \quad + \qquad (2.10)$$

dengan :

= banyak perlakuan ke-i, $i = 1, 2, \ldots, t$
= penjumlahan dari semua jumlah nilai kelompok dimana perlakuan ke-i muncul, $i = 1,2, ..., t$
= jumlah total nilai perlakuan
k = banyak unit percobaan dalam tiap kelompok

Tabel 2.6 Nilai
Dihitung dari Rancangan *Lattice* Seimbang 3 × 3 dari Data Tabel 2.2

Kel.	Ulangan I			Jumlah nilai Kelompok (*B*)	Kel.	Ulangan III			Jumlah nilai Kelompok (*B*)
(1)	1	2	3		(7)	1	5	9	
(2)	4	5	6		(8)	7	2	6	
(3)	7	8	9		(9)	4	8	3	
Kel.	Ulangan II			Jumlah nilai Kelompok (*B*)	Kel.	Ulangan IV			Jumlah nilai Kelompok (*B*)
(4)	1	4	7		(10)	1	8	6	
(5)	2	5	8		(11)	4	2	9	
(6)	3	6	9		(12)	7	5	3	

Misal untuk mencari nilai untuk perlakuan 5 dihitung sebagai jumlah total nilai kelompok dari kelompok 2, 5, 7, dan 12 adalah :

$$= \quad + \quad + \quad +$$

Setiap perlakuan dihitung nilai *W*, untuk nilai *W* perlakuan 5 dihitung sebagai :

$$= 4(\quad) - 3(\quad) +$$

Kelompok terkoreksi pengaruh perlakuan karena masing-masing kelompok memiliki perlakuan yang berbeda.

5. Jumlah Kuadrat Kelompok (*JKK*)

$$\text{(terkoreksi)}$$

$$' = \frac{\Sigma}{(\quad - 1)}$$

$$= \frac{\Sigma}{(\quad)} \qquad (2.11)$$

6. Jumlah Kuadrat Galat (*JKG*)

$$= \quad - \quad - \quad \text{(tak terkoreksi)} - \quad \text{(terkoreksi)}$$

(2.12)

Penguraian rumus JK dan KT dalam analisis variansi rancangan *Lattice* seimbang dijelaskan dalam lampiran 2. Analisis variansi RAKTLS dapat menggunakan analisis *intrablock*, *interblock* dan kombinasi *intra-interblock*. Menurut (Montgomery, 1976: 174) Analisis variansi RAKTLS biasanya menggunakan analisis *intrablock* karena perbedaan diantara kelompok dapat diabaikan dan semua perbedaan dalam pengaruh perlakuan dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara pengamatan di dalam kelompok yang sama.

Rancangan *Lattice* Seimbang mengikuti analisis RAKTLS maka analisis variansinya juga menggunakan analisis *intrablock*. Kuadrat Tengah

Galat dalam analisis *intrablock* adalah KTG dalam kelompok. Perhitungan KTG dalam kelompok seperti rancangan-rancangan yang lain yaitu JKG dalam kelompok dibagi dengan derajat bebasnya. Meskipun demikian, KTG dalam kelompok tidak dapat digunakan dalam pengujian F karena pengamatan terdiri dari beberapa pengaruh kelompok sehingga mengurangi ketepatan dalam pengujian. Peningkatan ketepatan KTG dalam kelompok dapat menggunakan KTG efektif yang dihitung dengan menggunakan kesalahan sampling dalam nilai koreksi kelompok ( ), maka perhitungan uji F dapat menggunakan diganti menggunakan KTG efektif. (Chocran & Cox, 1957: 398)

E. Analisis Regresi

Analisis regresi merupakan analisis data yang terdiri dari dua atau lebih variabel yang menjelaskan hubungan variabel bebas dan variabel tak bebas. Hubungan yang didapat pada umumnya dinyatakan dalam bentuk persamaan matematik dan menyatakan hubungan fungsional antara variabel bebas dan variabel tak bebas. Analisis ini menggunakan variabel bebas yang dinyatakan dengan $X_1, X_2, \ldots, X_k$ $(\ \geq 1)$ sedangkan variabel tak bebasnya dinyatakan dengan Y. (Sudjana, 2005 : 310).

Analisis regresi berguna untuk mendapatkan hubungan fungsional antara dua variabel atau lebih, mendapatkan pengaruh antara variabel X (variabel bebas) terhadap variabel Y (variabel bebas), meramalkan pengaruh variabel X terhadap variabel Y. Regresi linear sederhana, hanya menyangkut satu variabel bebas X dan satu variabel terikat Y. Model regresi linearnya (Sembiring, 1995 : 38) adalah:

$$= \quad + \quad + \qquad (2.13)$$

dengan :

Y = variabel tak bebas
X = variabel bebas yang bersifat tetap
, = parameter
= galat

Apabila taksiran untuk , dinyatakan dengan a dan b maka Y dapat ditaksir dengan maka persamaan regresi linear dugaan menjadi:

$$= \quad + \qquad (2.14)$$

Regresi yang menyangkut variabel bebas lebih dari satu disebut regresi linear ganda, dimana model regresi linear ganda dengan dua variabel bebas sebagai berikut:

$$= \quad + \quad + \quad + \qquad (2.15)$$

dengan :

Y = variabel tak bebas
X_i = variabel bebas ke-i
, , = parameter
= galat

sedangkan persamaan regresi dugaannya adalah:

$$= \quad + \quad + \qquad (2.16)$$

dengan , , adalah penduga untuk , , dan adalah nilai dugaan dari Y untuk suatu nilai X tertentu.

F. Analisis Kovarians (Anakova)

Anakova merupakan analisis yang mengkombinasikan konsep analisis variansi dengan analisis regresi sehingga dapat digunakan untuk perbaikan ketelitian suatu percobaan (Neter dkk, 1997 : 136).

Anakova dilakukan berdasarkan pertimbangan bahwa dalam kenyataanya ada variabel tertentu yang tidak dapat dikendalikan, tetapi sangat mempengaruhi atau sangat berkorelasi dengan variabel respons yang diamati. Menurut Steel (1993 : 480) anakova mempunyai beberapa kegunaan, yaitu:

1. Mengendalikan galat dan meningkatkan ketepatan.
2. Untuk menyesuaikan atau mengoreksi rata-rata perlakuan dari variabel tak bebas.
3. Untuk membantu menafsirkan data, khususnya yang berhubungan dengan pengaruh perlakuan secara alamiah.
4. Untuk menguraikan kovariansi total atau jumlah hasil kali menjadi bagian-bagian komponennya.
5. Menduga data yang hilang.

Prosedur analisis kovarians menggunakan kombinasi analisis variansi dan regresi dimana model linear untuk sebarang rancangannya adalah model analisis variansi ditambah suatu variabel tambahan untuk menggambarkan adanya variabel konkomitan.

Misal diberikan model linear RAL satu faktor dengan pengaruh tetap sebagai berikut:

$$= \; + \; + \qquad (2.17)$$

i = 1, 2, 3, …, t

j = 1, 2, 3, …, b

dengan :

Y_{ij} = pengamatan pada perlakuan ke-i dan pengulangan ke-j

μ = nilai rata-rata umum

= pengaruh perlakuan ke-i

= galat yang muncul dari perlakuan ke-i dalam kelompok ke-j

Bentuk umum dari model linier aditif untuk analisis regresi adalah sebagai berikut:

$$= \quad + \qquad - \quad + \qquad (2.18)$$

Persamaan tersebut ditambah sebagai suatu kelipatan dari simpangan X dari , sehingga variabel X diukur berdasarkan simpangan terhadap rata-ratanya ( ).

Dari penggabungan persamaan (2.17) dan (2.18) maka model linear aditif dari anakova untuk RAL adalah sebagai berikut:

$$= \quad + \quad + \qquad - \quad + \qquad (2.19)$$

dengan :

i = 1, 2, 3, …, a
j = 1, 2, 3, …, b

Menurut Gasperz (1994 : 384) asumsi-asumsi yang diperlukan dalam analisis kovarian adalah sebagai berikut:

1. Variabel konkomitan tidak berkorelasi dengan perlakuan yang dicobakan.
2. Hubungan antara variabel konkomitan dengan variabel responss bersifat linier.

3. Galat berdistribusi normal.
4. X mempengaruhi Y.

G. Distribusi F

Menurut Walpole (1995 : 273) jika dan adalah variansi atau ragam dari dua sampel acak bebas dengan ukuran n_1 dan n_2 yang berasal dari populasi normal dengan σ dan σ adalah variansi populasi maka:

$$F = \frac{s_1^2 / \sigma_1^2}{s_2^2 / \sigma_2^2} = \frac{\sigma_2^2 / s_1^2}{\sigma_1^2 / s_2^2} \tag{2.20}$$

merupakan nilai bagi variabel acak F yang mempunyai distribusi F dengan derajat bebas $v_1 = n_1 - 1$ dan $v_2 = n_2 - 1$.

Bukti:

Bila adalah variansi sampel acak yang berukuran n yang ditarik dari suatu populasi normal dengan variansi , maka $= \frac{(\quad)}{}$ mempunyai sebaran khi-kuadrat dengan derajat bebas $v = n - 1$ (Walpole, 1995 : 273).

Statistik F merupakan rasio dua variabel khi-kuadrat bebas, yang masing-masing dibagi oleh derajat bebasnya. Dengan demikian, variabel acak F adalah :

$$F = \frac{\chi_1^2 / v_1}{\chi_2^2 / v_2} = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 / (n_1 - 1)\sigma_1^2}{(n_2 - 1)s_2^2 / (n_2 - 1)\sigma_2^2} = \frac{s_1^2 / \sigma_1^2}{s_2^2 / \sigma_2^2} \tag{2.21}$$

Menurut Walpole (1995 : 273) jika $F_{\alpha(v_1,v_2)}$ untuk melambangkan $F\alpha$ dengan derajat bebas pembilang v_1 dan derajat bebas penyebut v_2. Hubungan antara α dan 1-α sebagai berikut :

$$F_{1-\alpha(v_1,v_2)} = \frac{1}{F_{\alpha(v_2,v_1)}} \tag{2.22}$$

Dari rumus tersebut hubungan antara α dan 1-α dengan pertukaran antara derajat bebas (v_1, v_2) menjadi (v_2, v_1).

■

Analisis variansi adalah suatu metode untuk menguraikan keragaman total dari data yang dianalisis menjadi komponen-komponen yang mengukur berbagai sumber keragaman. Dalam percobaan yang menggunakan rancangan kelompok dapat diperoleh tiga komponen yaitu yang pertama untuk mengukur keragaman galat percobaan, yang kedua mengukur keragaman galat percobaan ditambah keragaman yang disebabkan oleh perlakuan, yang ketiga mengukur keragaman galat percobaan ditambah keragaman yang disebabkan oleh pengelompokan (Walpole, 1995 : 382). Bila akan mengetahui apakah perlakuan memberikan hasil yang secara rata-rata sama, maka dapat dilakukan uji perbandingan antara dua komponen yaitu komponen pertama dan kedua, komponen ketiga dan pertama dengan menggunakan distribusi F.

Uji perbandingan atau Uji F pada rancangan acak kelompok yaitu membandingkan nilai dugaan bagi   berdasarkan dua komponen yang bebas dengan ragam populasi konstan. Nilai dugaan bagi berdasarkan komponen perlakuan dengan derajat bebas -1 yaitu :

$$= \frac{}{-1}$$

dengan : = banyak unit percobaan dalam tiap kelompok

Nilai dugaan bagi berdasarkan komponen pengelompokan dengan derajat bebas -1 yaitu :

$$= \frac{}{-1}$$

dengan : = banyak unit percobaan dalam tiap kelompok

Nilai dugaan bagi berdasarkan komponen galat percobaan dengan derajat bebas $(\ -1)(\ -1)$ yaitu :

$$= \frac{}{(\ -1)(\ -1)}$$

dengan : = banyak unit percobaan dalam tiap kelompok

Perbandingan nilai dugaan bagi berdasarkan komponen perlakuan dengan nilai dugaan bagi berdasarkan komponen galat percobaan adalah :

$$= \frac{}{}$$

merupakan nilai variabel acak *F* yang mempunyai distribusi *F* dengan derajat bebas -1 dan $(\ -1)(\ -1)$. Perbandingan nilai dugaan bagi berdasarkan komponen pengelompokan dengan nilai dugaan bagi berdasarkan komponen galat percobaan adalah :

$$= \frac{}{}$$

merupakan nilai variabel acak *F* yang mempunyai distribusi *F* dengan derajat bebas -1 dan $(\quad -1)(\quad -1)$. Bila dan masing-masing menduga lebih (*overestimate*) bila salah, maka mempunyai uji satu-arah dengan wilayah kritiknya terletak seluruhnya di ujung kanan distribusinya. Hipotesis nol ditolak pada taraf nyata (Walpole, 1995 : 387) bila

$$> \quad {}_{,(\quad)}$$

dengan : = banyak unit percobaan dalam tiap kelompok

Nilai $_{,(\quad)}$ dapat diketahui pada lampiran 3 (daftar nilai kritis sebaran f pada taraf kritis 5 %). Pada analisis kovarians rancangan acak kelompok pengujian *F* analog dari pengujian *F* analisis variansi rancangan acak kelompok.

H. Galat

Menurut (Steel, 1993 : 153) galat ( ) adalah ukuran keragaman di antara semua pengamatan yang berasal dari satuan percobaan yang mendapat perlakuan sama. Sedangkan, residual (Neter dkk, 1997 : 106) didefinisikan sebagai selisih nilai amatan dengan yang diramalkan dan nilainya dinyatakan sebagai:

$$= \quad - \qquad (2.23)$$

dengan :

= nilai amatan

= nilai dugaan yang diperoleh dari suatu model

merupakan nilai dugaan bagi . Residual ini berfungsi sebagai pengukur kegagalan beda perlakuan untuk menjadi sama dalam semua kelompok.

Residual juga mengukur kegagalan pegamatan untuk menyamai nilai dugaan parameternya. Mean dari residual $(\ ) = 0$ adalah :

$$\bar{\ } = \frac{\Sigma}{\ } = 0 \tag{2.24}$$

dengan : $\bar{\ }$= rata-rata residual

Bukti :

$$(\ ) = \quad -$$

$$= (\ - \ - \ )$$

$$= (\ ) - (\ ) - (\ )$$

$$= \ + \ - \ -$$

$$(\ ) = 0 \tag{2.25}$$

Diketahui model regresi linier dengan satu variabel bebas *X* adalah :

$$= \ + \ + \tag{2.26}$$

$= 1, 2, ..., n$

dengan :

Y_i	=	variabel tak bebas ke-*i*
X_i	=	variabel bebas ke-*i* yang bersifat bebas
,	=	parameter
	=	galat

Akan dilakukan pendugaan parameter pada model (2.26) menggunakan metode penduga kuadrat terkecil sebagai berikut :

$$= \ - \ - \tag{2.27}$$

$$= \sum$$

$$= \sum (\ - \ - \ ) \tag{2.28}$$

Langkah pertama dalam metode penduga kuadrat terkecil yaitu dengan menurunkan secara parsial terhadap parameter dan kemudian disamakan dengan nol sebagai berikut.

$$—— = -2\sum \; (\; - \; - \;) = 0$$

$$—— = -2\sum \; (\; - \; - \;) = 0$$

Kemudian dinotasikan dengan penduga dan sebagai berikut :

$$\sum \; (\; - \; - \;) = 0$$

$$\sum \; (\; - \; - \;) = 0$$

Dapat diperoleh :

$$\sum \; - \; - \; \sum \; = 0 \qquad (2.29)$$

$$\sum \; - \; - \; \sum \; = 0 \qquad (2.30)$$

Karena telah diketahui persamaan (2.24) maka dapat diperoleh residual sebagai berikut :

$$= \; -$$

$$= \; - \; -$$

$$\sum \; = \sum \; (\; - \; - \;)$$

$$= \sum \; - \; - \; \sum$$

$$\sum \; = 0$$

■

I. Koefisien Keragaman

Koefisien keragaman merupakan suatu koefisien yang menunjukkan ketepatan dari suatu kesimpulan atau hasil yang diperoleh dari suatu percobaan. Koefisien keragaman (KK) ini biasanya dinyatakan dalam bentuk persen (Hanafiah, 2003: 32) yaitu:

$$= \frac{\sqrt{\quad}}{\quad} \times 100\% \qquad (2.26)$$

dengan = rata-rata umum

Dalam anakova, koefisien keragaman dinyatakan sebagai berikut:

$$= \frac{\sqrt{\qquad\qquad}}{\qquad\qquad} \times 100\% \qquad (2.27)$$

Koefisien keragaman menunjukkan derajat ketepatan atau tingkat ketelitian dari suatu percobaan. Secara umum dapat dikatakan jika semakin kecil nilai koefisien keragaman maka derajat ketepatan akan makin tinggi dan kesimpulan yang diperoleh dari percobaan tersebut semakin baik dan sebaliknya.

BAB III

PEMBAHASAN

A. Analisis Kovarians dalam Rancangan *Lattice* Seimbang

Anakova merupakan analisis yang mengkombinasikan konsep analisis variansi dengan analisis regresi sehingga dapat digunakan untuk perbaikan ketelitian suatu percobaan (Neter dkk, 1997 : 136). Anakova dilakukan berdasarkan pertimbangan bahwa dalam kenyataanya ada variabel tertentu yang tidak dapat dikendalikan, tetapi sangat mempengaruhi variabel respons yang diamati. Variabel yang demikian disebut variabel konkomitan.

Prosedur dalam analisis kovarians yaitu mengkombinasikan antara analisis variansi dan analisis regresi dimana model linier suatu rancangan merupakan model linier anava ditambah satu variabel konkomitan. Diberikan model analisis variansi rancangan *Lattice* seimbang adalah sebagai berikut:

$$= \quad + \quad + \quad + \qquad (3.1)$$

$i = 1, 2, \ldots, t$
$j = 1, 2, \ldots, b$
$l = 1, 2, \ldots,$

dengan :

= nilai pengamatan ke-*l* dengan perlakuan ke-*i* dalam kelompok ke-*j*
= nilai rata-rata umum
= pengaruh perlakuan ke-*i*
= pengaruh kelompok ke-*j*
= galat ke-*l* untuk perlakuan ke-*i* dalam kelompok ke-*j*
= banyak pengamatan dengan perlakuan ke-*i* dalam kelompok ke-*j*
= banyak perlakuan yang diteliti
= banyak kelompok dalam percobaan
= banyak perlakuan yang diterapkan dalam setiap kelompok

dengan $\sum \quad =$ dan $\sum \quad =$

Model kovarians yaitu dengan menambah model tersebut dengan ditambah istilah lain yang menggambarkan hubungan antara variabel konkomitan dan variabel tak bebasnya. Hubungan linear dengan pendekatan pertama, yaitu :

$$= \quad + \quad + \quad + \qquad (3.2)$$

dengan merupakan koefisien regresi untuk hubungan antara variabel *Y* dan *X*. Dari persamaan tersebut ditambah $_{...}$ sebagai suatu kelipatan dari simpangan *X* dari $_{...}$, sehingga variabel *X* diukur berdasarkan simpangan terhadap rata-ratanya ($_{...}$). Maka diperoleh model analisis kovarians dalam Rancangan *Lattice* Seimbang adalah sebagai berikut:

$$= \quad + \quad + \quad + \quad - \;_{...} + \qquad (3.3)$$

$i = 1, 2, \ldots,$
$j = 1, 2, \ldots,$
$l = 1, 2, \ldots,$

dengan :

= nilai pengamatan ke-*l* dengan perlakuan ke-*i* dalam kelompok ke-*j*
= nilai rata-rata umum
= pengaruh perlakuan ke-*i*
= pengaruh kelompok ke-*j*
= galat ke-*l* untuk perlakuan ke-*i* dalam kelompok ke-*j*
= banyak pengamatan dengan perlakuan ke-*i* dalam kelompok ke-*j*
= observasi ke-*ijl* pada variabel konkomitan
$- \;_{...}$ = variabel tambahan yang merefleksikan hubungan *X* dan *Y*
= koefisien regresi yang menunjukkan ketergantungan Y_{ijl} pada X_{ijl}

dengan $\sum \quad =$ dan $\sum \quad =$

B. Prosedur Analisis Kovarians dalam Rancangan *Lattice* Seimbang

1. Pengujian Asumsi Anakova dalam Rancangan *Lattice* Seimbang

   Pengujian asumsi dalam anakova adalah sebagai berikut:

   a. Variabel konkomitan tidak berkorelasi dengan perlakuan yang dicobakan.

      Hipotesis untuk uji ini adalah:

      1) H_0 : variabel konkomitan tidak berkorelasi dengan perlakuan yang dicobakan.

         H_1 : variabel konkomitan berkorelasi dengan perlakuan yang dicobakan.

      2) Taraf signifikansi : α

      3) Statistik uji : $= \frac{/(\quad)}{/(\quad)}$ (3.4)

         dengan: = jumlah kuadrat perlakuan terkoreksi pengaruh perlakuan untuk variabel X

         = jumlah kuadrat galat dalam kelompok untuk variabel X

      4) Kriteria Keputusan : H_0 ditolak jika $> \ (\quad),(\quad)$

         dengan :

         t = banyak perlakuan

         r = banyak ulangan

      5) Perhitungan

      6) Kesimpulan

   b. Hubungan antara variabel konkomitan dengan variabel respons bersifat linear. Asumsi ini dapat diketahui dari plot X dan Y yaitu apabila titik-

titik amatan mengikuti arah garis diagonal maka terdapat hubungan linear.

c. Galat berdistribusi normal.

Asumsi ini digunakan untuk mengetahui besarnya penyimpangan dari kenormalan suku-suku galat. Bila penyimpangan kecil maka tidak akan menimbulkan masalah, tetapi bila penyimpangannya besar maka perlu diperhatikan. Untuk mengetahui kenormalan suku-suku galat dapat diselidiki dengan metode penduga kuadrat terkecil. Kemudian akan dilakukan pendugaan parameter pada model (3.3) sebagai berikut:

$$= \quad - \quad - \quad - \quad - \quad - \quad \ldots \qquad (3.5)$$

$$=$$

$$= \sum \sum \sum \quad - \quad - \quad - \quad - \quad - \quad \ldots \qquad (3.6)$$

a) Estimasi parameter μ

$$— = 0$$

$$— = -2 \quad - \quad \hat{} - \quad - \quad - \quad - \quad \ldots = 0$$

$$- \quad \hat{} - \quad - \quad - \quad - \quad \ldots = 0$$

Karena diketahui bahwa $\sum \quad = 0 \qquad \sum \quad = 0$ maka diperoleh persamaan

$$- \qquad -\hat{} \qquad + \qquad _{\dots} = 0$$

$$_{\dots} - \quad -\hat{} \quad _{\dots} + \quad \frac{\dots}{} = 0$$

$$_{\dots} - \quad -\hat{} \quad _{\dots} + \quad _{\dots} = 0$$

$$_{\dots} - \quad =\hat{} \; 0$$

$$\hat{} = \frac{\dots}{}$$

$$\hat{} = \quad _{\dots} \qquad (3.7)$$

b) Estimasi parameter

$$\frac{}{} = 0$$

$$\frac{}{} = \quad - \;\hat{}- \;\hat{}- \quad - \quad - \quad _{\dots} \quad = 0$$

$$- \quad -\hat{} \quad \hat{-} \quad - \quad + \quad _{\dots} = 0$$

$$_{..} - \quad \hat{-} \quad - \quad _{..} + \quad \frac{\dots}{} = 0$$

$$\hat{} = \frac{_{..} - \quad - \quad _{..} + \quad \frac{\dots}{}}{}$$

$$\hat{} = \quad _{..} - \quad _{\dots} - \quad _{..} + \quad _{\dots} \qquad (3.8)$$

c) Estimasi parameter

$$\overline{} = 0$$

$$\overline{} = \quad - \hat{} - \quad - \quad - \quad - \quad _{\dots} = 0$$

$$- \quad \hat{-} \quad - \quad - \quad + \quad _{\dots} = 0$$

$$_{..} - \quad \hat{-} \quad - \quad _{..} + \quad \overline{}^{\dots} = 0$$

$$_{..} - \quad \hat{-} \quad - \quad _{..} + \quad \overline{}^{\dots} = 0$$

$$= \frac{_{..} - \quad - \quad _{..} + \quad \overline{}^{\dots}}{}$$

$$= \quad _{..} - \quad _{\dots} - \quad _{..} + \quad _{\dots} \tag{3.9}$$

d) Estimasi parameter

$$\overline{} = -2 \quad _{.} - \hat{} - \hat{} - \left(_{.} - \quad _{\dots} \right) \left(_{.} - \quad _{\dots} \right) = 0$$

$$_{.} - \hat{} - \hat{} - \left(_{.} - \quad _{\dots} \right) \left(_{.} - \quad _{\dots} \right) = 0$$

$(\;_{.} - \;^{\prime})(\;_{.} - \;_{...}) - \quad (\;\hat{}\;)(\;_{.} - \;_{...}) -$

$(\;_{.} - \;_{...})(\;_{.} - \;_{...}) \qquad = 0$

Dengan mensubtitusikan $\hat{} = \;_{..} - \;_{...} - (\;_{..} - \;_{...})$ diperoleh

$(\;_{.} - \;^{\prime})(\;_{.} - \;_{...}) -$

$(\;_{..} - \;_{...} - (\;_{..} - \;_{...}))(\;_{.} - \;_{...}) -$

$(\;_{.} - \;_{...})(\;_{.} - \;_{...}) \qquad = 0$

$(\;_{.} - \;^{\prime})(\;_{.} - \;_{...}) - \quad (\;_{..} - \;_{...})(\;_{.} - \;_{...}) +$

$(\;_{..} - \;_{...})(\;_{.} - \;_{...}) - \quad (\;_{.} - \;_{...})(\;_{.} - \;_{...}) = 0$

$- \quad + \; (\quad - \quad) = 0$

$(\quad - \quad) = \quad -$

$(\quad) =$

$$= \frac{\quad}{\quad} \tag{3.10}$$

e) $\hat{} \; = \quad - \quad = \quad - \;\hat{}- \;\hat{}- \quad - \quad - \;_{...}$ (3.11)

d. *X* mempengaruhi *Y*

Hipotesis untuk uji ini adalah:

1) $:\ = 0$ (nilai *X* tidak mempengaruhi nilai *Y*)

$:\ \neq 0$ (nilai *X* mempengaruhi nilai *Y*)

2) Taraf signifikansi: α

3) Statistik uji : $= \frac{}{(\quad)}$ (3.12)

4) Kriteria keputusan:

H_0 ditolak jika $F_{hit} > F_{\alpha\ (\text{db regresi, db galat dalam kelompok terkoreksi})}$

5) Perhitungan

6) Kesimpulan

Apabila asumsi-asumsi tersebut telah dipenuhi maka dapat dilanjutkan ke pengujian hipotesis.

2. Pengujian Hipotesis

a. Menentukan hipotesis

3. Pengaruh perlakuan :

$:\ = \ = \cdots = \ = 0$ (tidak ada pengaruh perlakuan terhadap faktor yang dicobakan)

$: \exists\ \neq 0,\ = 1,2,\dots,$ (ada pengaruh perlakuan terhadap faktor yang dicobakan).

4. Pengaruh kelompok :

$: \quad = \quad = \cdots = \quad = 0$ (tidak ada pengaruh kelompok terhadap faktor yang dicobakan)

$: \exists \quad \neq 0, \quad = 1,2,\ldots,$ (ada pengaruh kelompok terhadap faktor yang dicobakan).

b. Taraf signifikansi: α

c. Statistik uji

1) Pengaruh kelompok

$$= \frac{\quad}{\quad} \tag{3.13}$$

dengan : = Kuadrat Tengah Kelompok Terkoreksi Pengaruh Perlakuan
= Kuadrat Tengah Galat Efektif

2) Pengaruh perlakuan

$$= \frac{\quad}{\quad} \tag{3.14}$$

dengan : = Kuadrat Tengah Perlakuan Terkoreksi Pengaruh Perlakuan
= Kuadrat Tengah Galat Efektif

d. Kriteria keputusan:

1) Pengaruh kelompok

H_0 ditolak jika $> \quad ,$

dengan: = derajat bebas kelompok terkoreksi pengaruh perlakuan
= derajat bebas galat efektif

2) Pengaruh perlakuan

H_0 ditolak jika $> \quad ,$

dengan: = derajat bebas perlakuan terkoreksi pengaruh perlakuan

= derajat bebas galat efektif

e. Perhitungan:

1) Menghitung Jumlah Kuadrat Total (JKT) dari *X, Y* dan Jumlah Hasil Kali Total (JHKT) dari *XY*

$$\mathrm{JKT} = \sum_{,} \quad - \frac{\quad}{(\quad + 1)} \qquad (3.15)$$

$$\mathrm{JKT} = \sum_{,} \quad - \frac{\quad}{(\quad + 1)} \qquad (3.16)$$

$$\mathrm{JHKT} = \sum_{,} \quad - \frac{\quad}{(\quad + 1)} \qquad (3.17)$$

2) Menghitung Jumlah Kuadrat Ulangan (JKU) dari *X, Y* dan Jumlah Hasil Kali Ulangan (JHKU) dari *XY*

$$\mathrm{JKU} = \frac{\Sigma}{\quad} - \frac{\quad}{(\quad + 1)} \qquad (3.18)$$

$$\mathrm{JKU} = \frac{\Sigma}{\quad} - \frac{\quad}{(\quad + 1)} \qquad (3.19)$$

$$\mathrm{JKU} = \frac{\Sigma}{\quad} - \frac{\quad}{(\quad + 1)} \qquad (3.20)$$

3) Menghitung Jumlah Kuadrat Perlakuan Tak Terkoreksi Pengaruh Perlakuan (JKP) dari *X, Y* dan Jumlah Hasil Kali Perlakuan (JHKP) dari *XY*

$$\mathrm{JKP} = \frac{\Sigma \quad (\ )}{(\quad + 1)} - \frac{\quad}{(\quad + 1)} \qquad (3.21)$$

$$\mathrm{JKP} = \frac{\Sigma \quad (\ )}{(\quad + 1)} - \frac{\quad}{(\quad + 1)} \qquad (3.22)$$

$$\text{JHKP} \quad = \frac{\sum \quad (\ )\ \ (\ )}{(\quad + 1)} - \frac{}{(\quad + 1)} \tag{3.23}$$

4) Menghitung Jumlah Kuadrat Kelompok Terkoreksi Pengaruh Perlakuan (JKK) dari *X, Y* dan Jumlah Hasil Kali Kelompok (JHKK) dari *XY*

$$\text{JKK} \quad = \frac{\sum \qquad (\ )}{(\quad + 1)} \tag{3.24}$$

$$\text{JKK} \quad = \frac{\sum \qquad (\ )}{(\quad + 1)} \tag{3.25}$$

$$\text{JHKK} \quad = \frac{\sum \qquad (\ )\ \ (\ )}{(\quad + 1)} \tag{3.26}$$

5) Menghitung Jumlah Kuadrat Galat Dalam Kelompok (JKG) dari *X, Y* dan Jumlah Hasil Kali Galat Dalam Kelompok (JHKG) dari *XY*

$$\text{JKG} \ = \ \text{JKT} \ - \ \text{JKU} \ - \ \text{JKP} \ - \text{JKK} \tag{3.27}$$

$$\text{JKG} \ = \text{JKT} \ - \ \text{JKU} \ - \ \text{JKP} \ - \text{JKK} \tag{3.28}$$

$$\text{JKHG} \ = \ \text{JKT} \ - \ \text{JKU} \ - \ \text{JKP} \ - \text{JKK} \tag{3.29}$$

6) Menghitung Jumlah Kuadrat Kelompok Terkoreksi Anakova

Jumlah Kuadrat Galat Dalam Kelompok terkoreksi *Y* (JKG_y terkoreksi) adalah

$$\text{JKG} \ \ \text{terkoreksi} = \text{JKG} \quad - \frac{\text{JKHG}}{\text{JKG}} \tag{3.30}$$

Jumlah Kuadrat (kelompok + galat dalam kelompok) terkoreksi adalah

$\text{JK} \ (\text{K} \ + \text{G}) \ \text{terkoreksi}$

$$= \mathrm{JKK} \quad + \mathrm{JKG} \quad - \frac{\mathrm{JHKK} \quad + \mathrm{JKHG}}{\mathrm{JKK} \quad + \mathrm{JKG}} \qquad (3.31)$$

Jumlah Kuadrat Kelompok terkoreksi *Y* (JKK$_y$ terkoreksi) adalah

JKK terkoreksi = JK(K + G) terkoreksi – JKG terkoreksi (3.32)

7) Menghitung derajat bebas (db) terkoreksi anakova untuk galat dalam kelompok, galat relatif, perlakuan tak terkoreksi, perlakuan terkoreksi, kelompok terkoreksi

db galat dalam kelompok terkoreksi = $(\quad - 1)(\quad - 1) - 1$ (3.33)

db galat efektif terkoreksi = $(\quad - 1)(\quad - 1) - 1$ (3.34)

db perlakuan tak terkoreksi = $\quad - 1$ (3.35)

db perlakuan terkoreksi = $\quad - 1$ (3.36)

db kelompok terkoreksi = $\quad - 1$ (3.37)

8) Menghitung Kuadrat Tengah Kelompok Terkoreksi Anakova

$$\text{KTG terkoreksi} = \frac{\text{JKG terkoreksi}}{\text{db galat terkoreksi}} \qquad (3.38)$$

$$\text{KTK terkoreksi} = \frac{\text{JKK terkoreksi}}{\text{db kelompok terkoreksi}} \qquad (3.39)$$

9) Menghitung Jumlah Perlakuan Terkoreksi Pengaruh Perlakuan

Faktor penyesuaian ( ) dapat dihitung jika KTG dalam kelompok lebih besar daripada (KTK terkoreksi pengaruh perlakuan) maka dianggap nol dan tidak ada koreksi untuk pengaruh perlakuan lebih lanjut.

Faktor penyesuaian ( ) :

$$= \frac{\text{KTK terkoreksi} - \text{KTG terkoreksi}}{\text{k } [(\text{KTK terkoreksi})]} \quad (3.40)$$

Jumlah Perlakuan Terkoreksi Perlakuan

$$= \quad + \quad (3.41)$$

10) Menghitung Jumlah Kuadrat Perlakuan Terkoreksi Pengaruh Perlakuan dari *X, Y* dan Jumlah Hasil Kali Perlakuan (JHKP) dari *XY*

$$\text{JKP} \quad = \frac{\sum \ ( )}{+1} - \frac{}{(\ +1)} \quad (3.42)$$

$$\text{JKP} \quad = \frac{\sum \ ( )}{+1} - \frac{}{(\ +1)} \quad (3.43)$$

$$\text{JHKP} \quad = \frac{\sum \ ( ) \ ( )}{+1} - \frac{}{(\ +1)} \quad (3.44)$$

11) Menghitung Jumlah Kuadrat Perlakuan Terkoreksi Anakova

Jumlah Kuadrat Galat Dalam Kelompok terkoreksi *Y* (JKG terkoreksi) adalah

$$\text{JKG terkoreksi} = \text{JKG} \quad - \frac{\text{JHKG}}{\text{JKG}} \quad (3.45)$$

Jumlah Kuadrat (perlakuan + galat dalam kelompok) terkoreksi adalah

$\text{JK (P} \ + \text{G)terkoreksi}$

$$= \text{JKP} \ + \text{JKG} \quad - \frac{\text{JHKP} \ + \text{JHKG}}{\text{JKP} \ + \text{JKG}} \quad (3.46)$$

Jumlah Kuadrat Perlakuan terkoreksi *Y* (JKP terkoreksi) adalah

JKP terkoreksi = JK(P +G) terkoreksi – JKG terkoreksi (3.47)

12) Menghitung Kuadrat Tengah Perlakuan terkoreksi anakova

$$\mathrm{KTP\ \ terkoreksi} = \frac{\mathrm{JKP\ \ terkoreksi}}{\mathrm{db\ perlakuan\ terkoreksi}} \qquad (3.48)$$

$$\mathrm{KTG\ efektif\ terkoreksi} = \mathrm{KTG}$$

$$= (\mathrm{KTG\ terkoreksi})(1 + \mathrm{k}\quad) \qquad (3.49)$$

13) F hitung diperoleh dari pembagian Kuadrat Tengah terkoreksi anakova dengan Kuadrat Tengah Galat efektif terkoreksi.

Tabel 3.1 Daftar Anakova dalam Rancangan *Lattice* Seimbang

SV	Sebelum dikoreksi				KT Regresi	db regresi	Setelah dikoreksi			F_{hitung}
	db	JK_X	JK_Y	JHK_{XY}			db	JK	KT	
Total	$(\ + 1) -1$	JKT	JKT	JHKT	-	-	$(\ + 1) -2$	-	-	-
Ulangan		JKU	JKU	JHKU	-	-		-	-	-
Kelompok (terkoreksi)	-1	JKK	JKK	JHKK	-	-	-1	JKK (kor)	$\frac{\mathrm{JKK\ (kor)}}{\mathrm{db}}$	$\frac{\mathrm{KTK\ (kor)}}{\mathrm{KTG}}$
Galat dalam kelompok	$(\ -1)(\ -1)$	JKG	JKG	JHKG	$\frac{\mathrm{JKHG}}{\mathrm{JKG}}$	1	$(\ -1)(\ -1) -1$	JKG (kor)	$\frac{\mathrm{JKG\ (kor)}}{\mathrm{db}}$	-
Perlakuan (tak terkoreksi)	-1	JKP	JKP	JHKP	-	-	-1	-	-	-
Perlakuan (terkoreksi)	-1	JKP	JKP	JHKP	-	-	-1	JKP (kor)	$\frac{\mathrm{JKP\ (kor)}}{\mathrm{db}}$	$\frac{\mathrm{KTP\ (kor)}}{\mathrm{KTG}}$
Galat Efektif	$(\ -1)(\ -1)$	-	-	-	-	-	$(\ -1)(\ -1) -1$	-	$\mathrm{KTG(kor)}(1 + \mathrm{k} \propto)$	-

f. Kesimpulan

C. Penerapan Anakova dalam Rancangan Lattice Seimbang

Contoh penerapan yang diambil dari buku Gomez & Gomez (1995: 58) yang berupa Rancangan *Lattice*, tetapi telah dimodifikasi agar dapat dianalisis menggunakan Anakova Rancangan *Lattice* Seimbang 4 × 4 dengan menambah satu variabel konkomitan. Sebuah penelitian pertanian dilakukan untuk mengetahui pengaruh 16 varietas padi yaitu varietas 1, varietas 2, varietas 3 sampai dengan varietas 16 terhadap hasil gabah yang diukur tiap 100 . Padi ditanam pada empat area penanaman dengan jenis tanah yang berbeda. Penelitian diulang sebanyak lima kali sehingga membutuhkan 20 area penanaman. Setiap area penanaman memiliki empat petak sawah yang masing-masing ditanami empat varietas padi sehingga dalam percobaan tersebut memiliki 80 unit percobaan. Dalam kasus ini, banyaknya anakan per rumpun yang ada dalam petak sawah dijadikan sebagai variabel *X* atau variabel konkomitan sedangkan hasil gabah sebagai variabel *Y*. Banyaknya taraf perlakuan ada 16 yang merupakan bentuk kuadrat sempurna dengan lima ulangan. Berdasarkan semua komponen yang digunakan dalam percobaan maka model matematisnya adalah model tetap. Data percobaan dapat dilihat pada tabel 3.2. (nomor jenis padi ditulis di dalam tanda kurung).

Tabel 3.2. Hasil Gabah (*Y*) dan Banyaknya Anakan per Rumpun (*X*)
Ulangan I

No. Kelompok	Banyaknya anakan per rumpun dan Hasil gabah (kg/100)								Total	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	10	(1) 5,3	9	(2) 3,3	7	(3) 2,5	8	(4) 3,5	34	14,6
2	8	(5) 3,3	7	(6) 2,7	9	(7) 3,7	6	(8) 2,6	30	12,3
3	8	(9) 3,0	6	(10) 2,8	10	(11) 4,7	9	(12) 4,9	33	15,4
4		(13)		(14)		(15)	9	(16)		

	6	1,9	9	3,7	11	5,6		5,1	35	16,3
Jumlah Ulangan									132	58,6

Ulangan II

No. Kelompok	Banyaknya anakan per rumpun dan Hasil gabah (kg/100)								Total	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
5	10	(1) 4,0	8	(5) 3,7	10	(9) 4,3	9	(13) 4,6	37	16,6
6	8	(2) 3,8	7	(6) 4,3	8	(10) 4,5	10	(14) 4,9	33	17, 5
7	10	(3) 4,0	9	(7) 3,8	7	(11) 4,1	9	(15) 4,4	35	16,3
8	10	(4) 5,0	6	(8) 3,5	7	(12) 3,9	8	(16) 4,3	31	16,7
Jumlah Ulangan									136	67,1

Ulangan III

No. Kelompok	Banyaknya anakan per rumpun dan Hasil gabah (kg/100)								Total	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
9	7	(1) 4,0	9	(6) 3,5	9	(11) 3,4	9	(16) 3,8	34	14,7
10	6	(5) 2,6	6	(2) 3,5	6	(15) 2,7	9	(12) 3,6	27	12,4
11	10	(9) 3,9	10	(14) 4,2	7	(3) 3,1	9	(8) 3,2	36	14,4
12	6	(13) 1,7	6	(10) 1,9	8	(7) 2,9	9	(4) 3,9	29	10,4
Jumlah Ulangan									126	51,9

Ulangan IV

No. Kelompok	Banyaknya anakan per rumpun dan Hasil gabah (kg/100)								Total	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
13	9	(1) 3,6	7	(14) 2,9	7	(7) 2,5	8	(12) 3,7	31	12,7
14	10	(13) 4,4	10	(2) 4,5	9	(11) 3,2	11	(8) 5,3	40	17,4
15	8	(5) 3,7	9	(10) 5,1	9	(3) 3,7	7	(16) 3,8	33	16,3
16	10	(9) 4,5	8	(6) 3,4	10	(15) 4,8	7	(4) 2,7	35	15,4
Jumlah Ulangan									139	61,8

Ulangan V

No. Kelompok	Banyaknya anakan per rumpun dan Hasil gabah (kg/100)								Total	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
17	9	(1) 3,3	7	(10) 3,8	6	(15) 2,3	7	(8) 2,9	29	12,3
18	10	(9) 4,8	7	(2) 3,6	10	(7) 4,4	10	(16) 4,9	37	17,7
19	11	(13) 6,1	10	(6) 4,9	11	(3) 5,9	7	(12) 3,6	39	20,5
20	8	(5) 4,3	11	(14) 6,3	8	(11) 3,3	11	(4) 5,2	38	19,1
Jumlah Ulangan									143	69,6

Data total perlakuan ( )

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
X	45	40	44	45	38	41	43	39
Y	20,2	18,7	19,2	20,3	17,6	18,8	17,3	17,5

	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
X	48	36	43	40	42	47	42	43
Y	20,5	18,1	18,7	19,7	18,7	22	19,8	21,9

Model linear untuk percobaan yang menggunakan Rancangan *Lattice* Seimbang dengan mengikutsertakan satu variabel konkomitan (*X*) adalah :

$$= \; + \; + \; + \quad - \;_{...} + \quad , \quad \sim (0, \quad)$$

dengan :

i = 1, 2, …, 16

j = 1, 2, 3, ..., 20

l = 1, 2, 3, 4

= hasil gabah dalam pengamatan ke-*l* dengan varietas padi ke-*i* pada area penanaman ke-*j*

= rata-rata hasil gabah

= pengaruh varietas padi ke-*i*

= pengaruh area penanaman ke-*j*

= pengaruh galat yang timbul dari varietas padi dalam pengamatan ke-*l* untuk varietas padi ke-*i* pada area penanaman ke-*j*

= banyaknya anakan per rumpun dalam pengamatan ke-*l* dengan varietas padi ke-*i* pada area penanaman ke-*j,* merupakan variabel konkomitan yang mempengaruhi nilai pengamatan

$\bar{X}_{...}$ = Nilai rata-rata banyaknya anakan per rumpun

= koefisien regresi yang menunjukkan hubungan ketergantungan hasil gabah *(Y)* pada banyaknya anakan per rumpun *(X)*

a. Tahap pengecekan asumsi anakova dalam Rancangan *Lattice* Seimbang

1) Banyaknya anakan per rumpun (variabel konkomitan) tidak berkorelasi dengan varietas padi (perlakuan yang dicobakan).

Hipotesis untuk uji ini adalah:

H_0 : Banyaknya anakan per rumpun tidak berkorelasi dengan varietas padi.

H_1 : Banyaknya anakan per rumpun berkorelasi dengan varietas padi.

Taraf signifikansi :

α = 0,05

Statistik uji :

$$= \frac{\;' /(\quad)}{/ (\quad)}$$

Kriteria Keputusan :

H_0 ditolak jika $\quad > {}_{\propto(\quad), (\quad)}$

dengan :

t = banyak perlakuan

r = banyak ulangan

Perhitungan :

Perhitungan dan ' ada di halaman 59 dan 61.

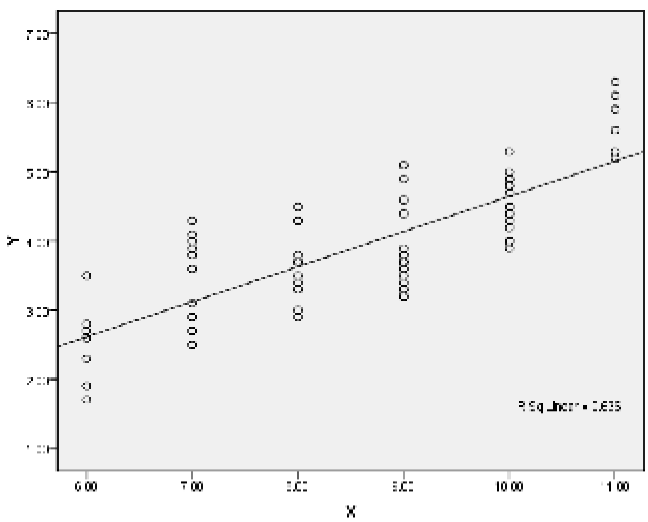
$$= \frac{30{,}5389651405449/15}{92{,}59375/64} = 1{,}4072179235$$

Kesimpulan :

Karena $= 1{,}4072179235 <$ $_{,\ (\ ,\ )}$ $= 1{,}834$, maka H_0 diterima. Artinya banyaknya anakan per rumpun tidak berkorelasi dengan varietas padi.

2) Hubungan antara banyaknya anakan per rumpun (*X*) dengan hasil gabah (*Y*) bersifat linear.

Hal ini dapat diketahui berdasarkan output SPSS berikut.



Berdasarkan gambar tersebut, terlihat bahwa hubungan antara variabel konkomitan (*X*) dengan variabel respons (*Y*) mengikuti arah garis lurus, yang menunjukkan kecenderungan hubungan kedua variabel tersebut bersifat linier.

3) Galat berdistribusi normal.

Asumsi ini digunakan untuk mengetahui besarnya penyimpangan dari kenormalan suku-suku galat. Bila penyimpangan kecil maka tidak akan menimbulkan masalah, tetapi bila penyimpangannya besar maka perlu diperhatikan. Untuk mengetahui kenormalan suku-suku galat dapat diselidiki dengan mencari komponen dugaan galat percobaan menurut prosedur berikut :

a) $\hat{} = {}_{\dots} = \frac{}{} = 3,8625$

b) $\hat{} = {}_{\dots} = \frac{}{} = 8,45$

c) $= \frac{}{} = \frac{,}{,} = 0,487276409$

d) $\hat{} = {}_{..} - {}_{\dots} - ({}_{..} - {}_{\dots})$

$$\hat{} = \frac{20,2}{5} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \; \frac{45}{5} - \frac{676}{80} = -0,090502025$$

$$\hat{} = \frac{18,5}{5} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \; \frac{40}{5} - \frac{676}{80} = 0,096774384$$

$$\hat{} = \frac{19,2}{5} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \; \frac{44}{5} - \frac{676}{80} = -0,193046743$$

$$\hat{} = \frac{20,3}{5} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \; \frac{45}{5} - \frac{676}{80} = -0,070502025$$

$$\hat{} = \frac{17,6}{5} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \; \frac{38}{5} - \frac{676}{80} = 0,071684948$$

$$\hat{} = \frac{18,8}{5} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \; \frac{41}{5} - \frac{676}{80} = 0,019319102$$

$$\hat{} = \frac{17,3}{5} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \; \frac{43}{5} - \frac{676}{80} = -0,475591461$$

$$\hat{} = \frac{17,5}{5} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \ \frac{39}{5} - \frac{676}{80} = -0,045770334$$

$$\hat{} = \frac{20,5}{5} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \ \frac{48}{5} - \frac{676}{80} = -0,32286787$$

$$\hat{} = \frac{18,1}{5} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \ \frac{36}{5} - \frac{676}{80} = 0,366595511$$

$$\hat{} = \frac{18,7}{5} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \ \frac{43}{5} - \frac{676}{80} = -0,195591461$$

$$\hat{} = \frac{19,7}{5} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \ \frac{40}{5} - \frac{676}{80} = 0,296774384$$

$$\hat{} = \frac{18,7}{5} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \ \frac{42}{5} - \frac{676}{80} = -0,09813618$$

$$\hat{} = \frac{22,0}{5} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \ \frac{47}{5} - \frac{676}{80} = 0,074587411$$

$$\hat{} = \frac{19,8}{5} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \ \frac{42}{5} - \frac{676}{80} = 0,12186382$$

$$\hat{} = \frac{21,9}{5} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \ \frac{43}{5} - \frac{676}{80} = 0,444408539$$

e) $= \frac{}{..} - \frac{}{...} \quad \frac{}{..} - \frac{}{...}$

$$= \frac{14,6}{4} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \ \frac{34}{4} - \frac{676}{80} = -0,23686382$$

$$= \frac{12,3}{4} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \ \frac{30}{4} - \frac{676}{80} = -0,324587411$$

$$= \frac{15,4}{4} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \ \frac{33}{4} - \frac{676}{80} = 0,084955282$$

$$= \frac{16,3}{4} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \; \frac{35}{4} - \frac{676}{80} = 0,066317077$$

$$= \frac{16,6}{4} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \; \frac{37}{4} - \frac{676}{80} = -0,102321127$$

$$= \frac{17,5}{4} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \; \frac{33}{4} - \frac{676}{80} = 0,609955282$$

$$= \frac{16,3}{4} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \; \frac{35}{4} - \frac{676}{80} = 0,066317077$$

$$= \frac{16,7}{4} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \; \frac{31}{4} - \frac{676}{80} = 0,653593486$$

$$= \frac{14,7}{4} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \; \frac{34}{4} - \frac{676}{80} = -0,21186382$$

$$= \frac{12,4}{4} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \; \frac{27}{4} - \frac{676}{80} = 0,065869895$$

$$= \frac{14,4}{4} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \; \frac{36}{4} - \frac{676}{80} = -0,530502025$$

$$= \frac{10,4}{4} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \; \frac{29}{4} - \frac{676}{80} = -0,677768309$$

$$= \frac{12,7}{4} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \; \frac{31}{4} - \frac{676}{80} = -0,346406514$$

$$= \frac{17,4}{4} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \; \frac{40}{4} - \frac{676}{80} = -0,267778434$$

$$= \frac{16,3}{4} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \; \frac{33}{4} - \frac{676}{80} = 0,309955282$$

$$= \frac{15,4}{4} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \; \frac{35}{4} - \frac{676}{80} = -0,158682923$$

$$= \frac{12,3}{4} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \; \frac{29}{4} - \frac{676}{80} = -0,202768309$$

$$= \frac{17,7}{4} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \; \frac{37}{4} - \frac{676}{80} = 0,172678873$$

$$= \frac{20,5}{4} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \; \frac{39}{4} - \frac{676}{80} = 0,629040668$$

$$= \frac{19,1}{4} - \frac{309}{80} - 0,487276409 \; \frac{38}{4} - \frac{676}{80} = 0,400859771$$

f) $\hat{} = - = - \hat{}- \hat{}- - - \ldots$

Untuk perlakuan 1, kelompok 1, pengamatan 1

$$\hat{} = 5,30 - 3,8625 - (-0,090502025) - (-0,23686382)$$

$$-0,487276409(10 - 8,45)$$

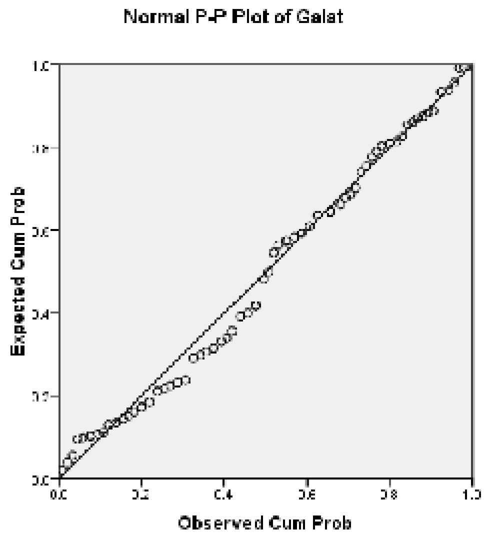
$$= 1,023345892$$

dan seterusnya untuk mencari $\hat{}$ yang lainnya dengan cara yang sama dapat dilihat dalam tabel 3.3.

Tabel 3.3
Dugaan Galat Percobaan Hasil Gabah (*Y*) dan
Banyak Anakan per Rumpun (*X*)

Jenis Tanah	Ulangan I				Total
1	1,023	-0,686	-0,239	0,160	0,259
2	-0,094	-0,164	0,375	0,280	0,397
3	-0,409	-0,342	0,207	0,393	-0,532
4	-0,759	-0,567	0,329	0,464	-0,028
Total	-0,169	-1,847	0,644	1,373	0
Jenis Tanah	Ulangan II				Total
5	-0,411	0,083	0,121	0,675	0,468
6	-0,554	0,502	-0,124	-0,389	-0,564
7	-0,477	0,084	1,060	0,086	0,753
8	-0,187	0,202	-0,219	-0,445	-0,650
Total	-1,630	0,871	0,839	-0,073	0
Jenis Tanah	Ulangan III				Total
9	1,134	-0,433	-0,318	-0,558	-0,176
10	-0,228	0,647	-0,178	-0,888	-0,647
11	0,149	0,052	0,655	-0,349	0,507
12	-0,215	-0,479	0,406	0,523	0,235
Total	0,840	-0,213	0,565	-1,273	0
Jenis Tanah	Ulangan IV				Total
13	-0,089	0,003	0,153	0,102	0,170
14	0,162	0,067	-0,462	0,531	0,298
15	-0,329	0,298	-0,543	-0,123	-0,697
16	0,378	-0,108	0,233	-0,240	0,263
Total	0,122	0,260	-0,619	0,271	0
Jenis Tanah	Ulangan V				Total
17	-0,532	0,467	-0,310	-0,020	-0,395
18	0,346	0,162	0,099	-0,321	0,286
19	0,487	-0,352	0,382	-0,495	0,021
20	0,180	0,742	-0,552	-0,213	0,157
Total	0,481	1,019	-0,382	-1,049	0
Jumlah Total					0

Komponen galat percobaan pada tabel diplotkan, kemudian berikut merupakan output SPSSnya.



Berdasarkan gambar tersebut, dapat dilihat bahwa titik-titik mengikuti arah garis diagonal. Hal ini menunjukkan bahwa suku-suku galat tidak menyimpang terlalu jauh dari suatu sebaran normal, yang berarti tidak terjadi penyimpangan terhadap asumsi kenormalan dari galat.

4) *X* mempengaruhi *Y*

Hipotesis untuk uji ini adalah:

$H\ : \gamma = 0$ (banyaknya anakan per rumpun (*X*) tidak mempengaruhi hasil gabah (*Y*))

$: \ \neq 0$ (banyaknya anakan per rumpun (*X*) mempengaruhi hasil gabah (*Y*))

Taraf signifikansi:

$= 0{,}05$

Statistik uji :

$$= \frac{\quad}{(\quad)}$$

Kriteria keputusan:

H_0 ditolak jika $F_{hit} > F_{\alpha\,(\text{db regresi, db galat terkoreksi})}$

Perhitungan :

$$= \frac{21{,}98530248}{0{,}297059887} = 74{,}00966424$$

Kesimpulan :

Karena $= 74{,}00966424 > {}_{(\, , \,)} = 4{,}064$ maka H_0 ditolak. Artinya nilai dari banyaknya anakan per rumpun (*X*) mempengaruhi nilai hasil gabah (*Y*).

Karena keempat asumsi telah dipenuhi maka dapat dilanjutkan ke pengujian hipotesis untuk pengaruh perlakuan dan kelompok.

b. Pengujian Hipotesis

1) Menentukan hipotesis

a) Pengaruh perlakuan :

$: \; = \; = \cdots = \; = 0$ (tidak ada pengaruh varietas padi terhadap hasil gabah)

$: \exists \quad \neq 0, \quad = 1,2, \ldots, 16$ (ada pengaruh varietas padi terhadap hasil gabah).

b) Pengaruh kelompok :

$: \quad = \quad = \cdots = \quad = 0$ (tidak ada pengaruh kelompok terhadap hasil gabah)

$: \exists \quad \neq 0, \quad = 1,2,3, \ldots, 20$(ada pengaruh kelompok terhadap hasil gabah).

2) Taraf signifikansi: $= 0,05$

3) Statistik uji

a) Pengaruh kelompok

$$= \frac{\,}{\,}$$

b) Pengaruh perlakuan

$$= \frac{\,}{\,}$$

4) Kriteria keputusan:

a) Pengaruh kelompok

H_0 ditolak jika $>$

b) Pengaruh perlakuan

H_0 ditolak jika $>$

5) Perhitungan

$$= (10) + (9) + \cdots + (10) = 5892$$

$$= (5,3) + (3,3) + \cdots + (4,9) = 1266,86$$

$$= (10 \times 5{,}3) + (9 \times 3{,}3) + \cdots + (10 \times 4{,}9) = 2702{,}6$$

, ,

$$= (\quad + \quad + \quad + \quad + \quad)$$

$$= (\quad + \quad + \cdots + \quad)$$

$$= 34 + 30 + \cdots + 38$$

$$= 676$$

$$= (\quad + \quad + \quad + \quad + \quad)$$

$$= (\quad + \quad + \cdots + \quad)$$

$$= 14{,}6 + 12{,}3 + \cdots + 19{,}1$$

$$= 309$$

$$\text{FK} \quad = \frac{\quad}{\quad} = \frac{\quad}{(\quad + 1)} = \frac{(676)}{4\ (4 + 1)} = \frac{456976}{80} = 5712{,}2$$

$$\text{FK} \quad = \frac{\quad}{\quad} = \frac{\quad}{(\quad + 1)} = \frac{(309)}{4\ (4 + 1)} = \frac{95481}{80} = 1193{,}5125$$

$$\text{FK} \quad = \frac{\quad}{\quad} = \frac{\quad}{(\quad + 1)} = \frac{676 \times 309}{4\ (4 + 1)} = \frac{208884}{80} = 2611{,}05$$

JKT dan JHKT untuk variabel *X* dan *Y*

$$\text{JKT} \quad = 5892 - 5712{,}2 = 179{,}8$$

$$\text{JKT} \quad = 1266{,}86 - 1193{,}5125 = 73{,}3475$$

$$\text{JHKT} \quad = 2702{,}6 - 2611{,}05 = 91{,}55$$

JK dan JHK untuk variabel Ulangan

$$\text{JKU} \quad = \frac{(132)\ \ + (136)\ \ + (126)\ \ + (139)\ \ + (143)}{4} - 5712{,}2$$

$$= 10{,}675$$

$$\text{JKU} = \frac{(58{,}6) \quad + (67{,}1) \quad + (51{,}9) \quad + (61{,}8) \quad + (69{,}6)}{4} - 1193{,}5125$$

$$= 12{,}32375$$

$$\text{JHKU} = \frac{(132 \times 58{,}6) + (136 \times 67{,}1) + \cdots + (139 \times 69{,}6)}{4}$$

$$-2611{,}05$$

$$= 10{,}4$$

Sebelum menghitung JKP dan JHKP tak terkoreksi pengaruh perlakuan terlebih dahulu dihitung banyaknya perlakuan   pada percobaan dari 16 hasil gabah seperti yang terlihat pada tabel 3.4 sebabagai berikut.

Tabel 3.4. Jumlah Nilai Perlakuan
Dihitung dari Data Percobaan Hasil Gabah.

Perlakuan			Perlakuan			Perlakuan			Perlakuan		
No.			No.			No.			No.		
1	45	20,2	2	40	18,7	3	44	19,2	4	45	20,3
5	38	17,6	6	41	18,8	7	43	17,3	8	39	17,5
9	48	20,5	10	36	18,1	11	43	18,7	12	40	19,7
13	42	18,7	14	47	22	15	42	19,8	16	43	21,9

JK dan JHK untuk variabel perlakuan tak terkoreksi pengaruh perlakuan

$$\text{JKP} = \frac{(45) \quad + (40) \quad + \cdots + (43)}{(4+1)} - 5712{,}2$$

$$= 31$$

$$\text{JKP} = \frac{(20{,}2) \quad + (18{,}5) \quad + \cdots + (21{,}9)}{(4+1)} - 1193{,}5125$$

$$= 6{,}1235$$

$$\text{JHKP} = \frac{(45 \times 20{,}2) + (40 \times 18{,}5) + \cdots + (43 \times 21{,}9)}{(4+1)} - 2611{,}05$$

$$= 9{,}29$$

Menghitung JK dan JHK untuk variabel kelompok terkoreksi pengaruh perlakuan.

Untuk setiap perlakuan dihitung nilai , dengan $= -$

$(\;+ 1) \;+$

Perlakuan 1 :

$= (\;) + (\;) + (\;) + (\;) + (\;)$

$= 34 + 37 + 34 + 31 + 29$

$= 165$

$= (4 \times 45) + (5 \times 165) + 676 = 31$

$= \;+\;+\;+\;+$

$= 14,6 + 16,6 + 14,7 + 12,7 + 12,3$

$= 70,9$

$= (4 \times 20,2) + (5 \times 70,9) + 309 = 35,3$

Perlakuan 2 :

$= (\;) + (\;) + (\;) + (\;) + (\;)$

$= 27,3 + 26,4 + 20,0 + 32,2 + 28,7$

$= 171$

$= (4 \times 40) + (5 \times 171) + 676 = -19$

$= \;+\;+\;+\;+$

$= 14,61 + 17,45 + 12,35 + 17,22 + 17,70$

$= 79,6$

$= (4 \times 18,7) + (5 \times 79,6) + 309 = -14,2$

dan seterusnya untuk mencari dan yang lainnya dengan cara yang sama dapat dilihat dalam tabel 3.5.

Tabel 3.5 Perhitungan Jumlah Nilai Kelompok Terkoreksi Pengaruh Perlakuan untuk Data Percobaan Hasil Gabah

Varietas/ Perlakuan	Jumlah Nilai Perlakuan	Jumlah Nilai Perlakuan	Jumlah Nilai Perlakuan	Jumlah Nilai Perlakuan		
1	45	20,2	165	70,9	31,0	35,3
2	40	18,7	171	79,6	-19,0	-14,2
3	44	19,2	177	82,1	-33,0	-24,7
4	45	20,3	167	76,2	21,0	9,2
5	38	17,6	165	76,7	3,0	-4,1
6	41	18,8	171	80,4	-15,0	-17,8
7	43	17,3	162	69,4	38,0	31,2
8	39	17,5	166	73,1	2,0	13,5
9	48	20,5	178	79,5	-22,0	-6,5
10	36	18,1	157	71,9	35,0	21,9
11	43	18,7	180	82,9	-52,0	-30,7
12	40	19,7	161	77,7	31,0	-0,7
13	42	18,7	180	81,2	-56,0	-22,2
14	47	22,0	173	80,0	-1,0	-3,0
15	42	19,8	161	72,7	39,0	24,7
16	43	21,9	170	81,7	-2,0	-11,9
Total	676	309	2704	1236	0	0

karena total nilai dan untuk semua perlakuan sama dengan nol maka dapat dihitung JK dan JHK untuk variabel kelompok terkoreksi pengaruh perlakuan.

$$\text{JKK}' = \frac{(31) \;\; + (-19) \;\; + \cdots + (-2)}{4 \;\; (4+1)}$$

$$= 45{,}53125$$

$$\text{JKK}' = \frac{(35{,}3) \;\; + (-14{,}2) \;\; + \cdots + (-11{,}9)}{4 \;\; (4+1)}$$

$$= 19{,}8443125$$

$$\text{JHKK}' = \frac{(31 \times 35{,}3) + (-19 \times -14{,}2) + \cdots + (2 \times -11{,}9)}{4\ (4+1)}$$

$$= 26{,}74125$$

JK dan JHK Galat dalam kelompok untuk variabel *X* dan *Y*

$$\text{JKG} = 179{,}8 - 10{,}675 - 31 - 45{,}53125$$

$$= 92{,}59375$$

$$\text{JKG} = 73{,}3475 - 12{,}32375 - 6{,}1235 - 19{,}8443125$$

$$= 35{,}0559375$$

$$\text{JHKG} = 91{,}55 - 10{,}4 - 9{,}29 - 26{,}74125$$

$$= 45{,}11875$$

$$\text{JKG terkoreksi} = 35{,}0559375 - \frac{(45{,}11875)}{92{,}59375}$$

$$= 13{,}070635019$$

$\text{JK } (\text{K}' + \text{G}) \text{ terkoreksi}$

$$= (19{,}8443125 + 35{,}0559375\ ) - \frac{(\ 26{,}74125 + 45{,}11875)}{45{,}53125 + 92{,}59375}$$

$$= 17{,}51484113$$

$$\text{JKK}' \text{ terkoreksi} = 17{,}51484113 - 13{,}070635019$$

$$= 4{,}4442061118$$

$$\text{KTG terkoreksi} = \frac{13{,}070635019}{44}$$

$$= 0{,}2970598868$$

$$\text{KTK}' \text{ terkoreksi} = \frac{4{,}4442061118}{14}$$

$$= 0{,}3174432937$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh bahwa nilai KTK terkoreksi > KTG dalam kelompok terkoreksi maka dilanjutkan perhitungan JKP perlakuan terkoreksi dengan faktor penyesuaian sebagai berikut.

Faktor penyesuaian ( )

$$= \frac{0{,}3174432937 - 0{,}2970598868}{16(0{,}2970598868)}$$

$$= 0{,}0042885727344$$

Menghitung JK dan JHK untuk variabel perlakuan terkoreksi pengaruh perlakuan.

Untuk setiap perlakuan akan dihitung Jumlah Perlakuan Terkoreksi Pengaruh Perlakuan, yaitu :

$$= \quad +$$

Perlakuan 1 :

$$= 45 + (0{,}0042 \times 31) = 45{,}13$$

$$= 20{,}2 + (0{,}0042 \times 35{,}3) = 20{,}35$$

Perlakuan 2 :

$$= 40 + (0{,}0042 \times -19) = 39{,}92$$

$$= 18{,}7 + (0{,}0042 \times -14{,}2) = 18{,}64$$

dan seterusnya untuk mencari dan yang lainnya dengan cara yang sama dapat dilihat dalam tabel 3.6.

Tabel 3.6 Perhitungan Jumlah Nilai Perlakuan Terkoreksi dan Tak Terkoreksi Pengaruh Perlakuan

Varietas/ Perlakuan					′	′
1	45	20,2	31,0	35,3	45,13	20,35
2	40	18,7	-19,0	-14,2	39,92	18,64
3	44	19,2	-33,0	-24,7	43,86	19,09
4	45	20,3	21,0	9,2	45,09	20,34
5	38	17,6	3,0	-4,1	38,01	17,58
6	41	18,8	-15,0	-17,8	40,94	18,72
7	43	17,3	38,0	31,2	43,16	17,43
8	39	17,5	2,0	13,5	39,01	17,56
9	48	20,5	-22,0	-6,5	47,91	20,47
10	36	18,1	35,0	21,9	36,15	18,19
11	43	18,7	-52,0	-30,7	42,78	18,57
12	40	19,7	31,0	-0,7	40,13	19,70
13	42	18,7	-56,0	-22,2	41,76	18,60
14	47	22,0	-1,0	-3,0	47,00	21,99
15	42	19,8	39,0	24,7	42,17	19,91
16	43	21,9	-2,0	-11,9	42,99	21,85

$$\mathrm{JKP}' = \frac{(45{,}13) \quad + (39{,}92) \quad + \cdots + (42{,}99)}{(4+1)} - 5712{,}2$$

$$= 30{,}5389651405$$

$$\mathrm{JKP}' = \frac{(20{,}35) \quad + (18{,}64) \quad + \cdots + (21{,}85)}{(4+1)} - 1193{,}5125$$

$$= 6{,}0642089456$$

$$\mathrm{JHKP}' = \frac{(45{,}13 \times 20{,}35) + (39{,}92 \times 18{,}64) + \cdots + (42{,}99 \times 21{,}85)}{(4+1)}$$

$$-2611{,}05$$

$$= 9{,}2508008795$$

$$\mathrm{JKG} \quad \text{terkoreksi} = 35{,}0559375 - \frac{(45{,}11875)}{92{,}59375}$$

$$= 13{,}070635019$$

$\text{JK}\ (\text{P}' + \text{G})\ \text{terkoreksi}$

$$= (6{,}0642089456 + 35{,}0559375\,) - \frac{(9{,}2508008795 + 45{,}11875)}{30{,}5389651405 + 92{,}59375}$$

$$= 17{,}1131385642$$

$$\text{JKP}\ \ \text{terkoreksi} = 17{,}1131385642 - 13{,}070635019$$

$$= 4{,}0425035448$$

$$\text{KTP}'\ \text{terkoreksi} = \frac{4{,}0425035448}{14}$$

$$= 0{,}2887502532$$

$$\text{KTG}'\ \text{terkoreksi} = (0{,}2970598868)(1 + 4 \times 0{,}0042885727)$$

$$= 0{,}3025054014$$

a) Pengaruh Perlakuan

$$\text{F} = \frac{0{,}2887502532}{0{,}3025054014} = 0{,}9545292475$$

b) Pengaruh Kelompok

$$\text{F} = \frac{0{,}3174432937}{0{,}3025054014} = 1{,}0493805803$$

6) Kesimpulan

a) Pengaruh Perlakuan

Karena $\text{F} = 0{,}9545292475 < \text{F}_{,\ (\ ,\ )} = 1{,}904$ maka H_0 diterima. Artinya tidak ada pengaruh jenis padi terhadap hasil gabah.

b) Pengaruh Kelompok

Karena $F = 1{,}0493805803 < F_{,\ (\ ,\ )} = 1{,}904$ maka H_0 diterima. Artinya tidak ada pengaruh pengelompokan terhadap hasil gabah.

Tabel 3.7 Daftar Anakova Banyaknya Anakan per Rumpun terhadap Hasil Gabah

SV	Sebelum dikoreksi				KT Regresi	db regresi	Setelah dikoreksi			F_{hitung}
	db	JK_X	JK_Y	JHK_{XY}			db	JK	KT	
Total	79	179,8	73,3475	91,55	-	-	78	-	-	-
Ulangan	4	10,675	12,3238	10,4	-	-	4	-	-	-
Kelompok (terkoreksi)	15	45,5313	19,8443	26,7413	-	-	15	4,4442	0,3174	1,0494
Galat dalam kelompok	45	92,5938	35,0559	45,1188	21,9853	1	44	13,0706	0,2971	-
Perlakuan (tak terkoreksi)	15	31	6,1235	9,29	-	-	15	-	-	-
Perlakuan (terkoreksi)	15	30,5390	6,0642	9,2508			15	4,0425	0,2888	0,9545
Galat Efektif	45	-	-	-	-	-	44	-	0,3025	-

Akan dibandingkan ketepatan analisis antara analisis variansi (sebelum dilakukan koreksi terhadap JK dan JHK) dengan analisis kovarians (setelah dilakukan koreksi terhadap JK dan JHK) dengan menghitung koefisien keragaman:

$$\text{KK sebelum dikoreksi} = \frac{\sqrt{\ ,\ }}{\ ,\ } \times 100\% = 22{,}85104385\%$$

$$\text{KK setelah dikoreksi} = \frac{\sqrt{\,,\,}}{,} \times 100\% = 14{,}23960933\%$$

Jelas terlihat bahwa koefisien keragaman setelah dikoreksi lebih kecil dibandingkan koefisien keragaman sebelum dikoreksi, hal ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan ketepatan penelitian sebesar 8,61%, sehingga pada kasus ini variabel konkomitan yaitu banyaknya anakan per rumpun yang ada dalam petak sawah tidak bisa diabaikan begitu saja. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa analisis kovarians dalam rancangan *Lattice* seimbang lebih tepat dibandingkan dengan analisis variansi rancangan *Lattice* seimbang.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan mengenai analisis kovarians dalam Rancangan *Lattice* Seimbang maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Anakova dalam Rancangan *Lattice* Seimbang.

   Prosedur anakova Rancangan *Lattice* Seimbang untuk model tetap meliputi dua tahap yaitu :

   a. Pengujian Asumsi

      Tahap pengujian asumsi meliputi empat hal sebagai berikut:

      1) Variabel konkomitan tidak berkorelasi dengan perlakuan yang dicobakan.
      2) Hubungan antara variabel konkomitan dengan variabel respons bersifat linear.
      3) Galat berdistribusi normal.
      4) X mempengaruhi Y.

   b. Pengujian hipotesis

      Pengujian hipotesis digunakan untuk mengetahui apakah ada pengaruh perlakuan dan pengaruh kelompok terhadap faktor yang dicobakan. Langkah-langkah dalam pengujian hipotesis adalah menentukan hipotesis, taraf signifikansi, statistik uji, kriteria keputusan, perhitungan, dan pengambilan kesimpulan.

2. Penerapan anakova dalam Rancangan *Lattice* Seimbang

   Analisis kovarians yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh varietas padi terhadap hasil gabah yang diukur tiap 100 yang dikelompokkan dalam area penanaman. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dengan menggunakan analisis kovarians ternyata memberikan hasil analisis yang lebih baik dibandingkan menggunakan analisis variansi. Hal ini dapat dilihat dari nilai koefisien keragaman dari analisis kovarians sebesar 14,24% lebih kecil dari nilai koefisien keragaman analisis variansi sebesar 22,85% yang berarti menunjukkan bahwa terjadi peningkatan ketepatan penelitian sebesar 8,61%. Jadi, dalam kasus ini variabel konkomitan yaitu banyaknya anakan per rumpun yang ada dalam petak percobaan tidak dapat diabaikan begitu saja. Dalam hal ini, jelas bahwa analisis kovarians lebih tepat dibandingkan dengan analisis variansi.

B. Saran

Anakova yang digunakan pada skripsi ini adalah anakova dalam Rancangan Lattice Seimbang untuk model tetap. Pembaca yang tertarik untuk melanjutkan permasalahan selanjutnya dapat menggunakan Rancangan *Lattice* Seimbang untuk model acak.

DAFTAR PUSTAKA

Cochran, W. G. & Cox, G. M. (1957). *Experimental Designs*. New York : John Wiley & Sons, Inc.

Gaspersz, V. (1991). *Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan*. Bandung : Tarsito.

———————— (1994). *Metode Perancangan Percobaan.* Bandung : CV Armico.

Gomez, K. A. & Gomez, A. A. (1995). *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian Edisi Kedua* (Endang Sjamsuddin & Justika S. Baharsjah. Terjemahan). Jakarta : UI Press. Buku asli diterbitkan tahun 1984.

Hanafiah, K.A. (2003). *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi*. Jakarta : PT Raja Grafindo Persada.

Hinkelmann, K. & Kempthorne, O. (2005). *Design and Analysis of Experiments Volume 2 Advanced Experimental Design.* http://media.wiley.com/product_data/excerpt/75/04715517/0471551775.pdf Diakses pada tanggal 10 Februari 2011.

Mattjik, A. A. & Sumertajaya, M. (2002). *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab Jilid 1.* Bogor : IPB Press.

Montgomery, D. C. (1976). *Design and Analysis of Experiments.* New York : John Wiley & Sons.

Neter. J &Wasserman, W. (1997). *Applied Linear Statistical Model,Regression,Analysis of Variance and Eksperimental Design.*Illionis : Richard D.Ir.Win

Prajati, A. I. (2009). "Rancangan Triple *Lattice". Skripsi.* Yogyakarta : UNY

Sembiring, R.K.(1995). *Analisis Regresi Edisi Kedua.* Bandung : ITB

Steel, R. G. D & Torrie, J. H. (1993). *Prinsip dan Prosedur Statistika Suatu Pendekatan Biometrik Edisi Kedua* (Sumantri, B. Terjemahan). Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.

Sudjana. (1980). *Disain dan Analisis Eksperimen.* Bandung : Tarsito.

———— (2005). *Metoda Statistika.* Bandung : Tarsito.

Walpole, E. (1995). *Pengantar Statistika Edisi ketiga Terjemahan.* Jakarta: PT Gramedia

Winer, B. J. (1962). *Statistical Principles in Experimental Design*. New York : McGraw-Hill Book Company.